A. Hydr.
95/11
A. hydr. 95 (11.

Die

Atmosphärische Eisenbahn,

dargestellt

von

Robert Stephenson.

Aus dem Englischen von **Ch. M. v. Weber,**
Maschinen-Ingenieur der Chemnitz-Riesa'er-Eisenbahn.

Mit Tabellen.

Berlin, 1845.
Schlesinger'sche Buch- und Musikhandlung.

Digitized by Google

Die

Atmosphärische Eisenbahn,

dargestellt

von

Robert Stephenson.

Aus dem Englischen von **Ch. M. v. Weber,**
Maschinen-Ingenieur der Chemnitz-Riesa'er-Eisenbahn.

Mit Tabellen.

Berlin, 1845.
Schlesinger'sche Buch- und Musikhandlung.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorbericht des Ueberſetzers.

Als ich mich im Laufe vergangenen Sommers, bei mehrwöchentlichem Aufenthalte zu Dublin, hauptſächlich daſelbſt mit Beobachtung der Kingstown und Dulkey atmoſphäriſchen Eiſenbahn beſchäftigte, und eine große Anzahl, unter den günſtigſten Umſtänden angeſtellte, wohlgelungene Verſuche geſammelt hatte, beſchloß ich die Notizen auszuarbeiten, und in Form einer kurzen Abhandlung über das Atmoſphäriſche Eiſenbahnſyſtem, dem Publikum zu übergeben. Es ſchien mir um ſo dringenderes Bedürfniß, durch eine klare, ausführliche, gründliche und zugleich gemeinfaßliche Darſtellung der Wahrheit, die Zauberbilder zu zerſtören, welche die Phantaſie Müßiger und die Zunge gern viel erzählender Reiſenden von den Wundern der neuen Erfindung geſchaffen hatte, als deren Einfluß ſogar unter den Technikern, verderblich zu wirken begann. Viele derſelben, zu ſorglos, Mitgetheiltes gehörig zu prüfen, nahmen jede, noch ſo einſeitige Angabe, für baare Münze, andre vermochten den wiſſenſchaftlichen Grund der Neuigkeit nicht zu finden, und *mußten* glauben, da ſie nicht zweifeln *durften*. Es wurden mehrſeitig deutſche Techniker nach England geſandt, die Verdienſte der neuen Erfindung zu unterſuchen. Wenige thaten dies gründlich, die Meiſten benutzten *deren* Notizen, ja arbeiteten ſogar ganze Berichte fremdländiſcher Ingenieure nur um, und ſchickten deren Anſicht, ſo doppelt bekräftigt, an die betreffenden Behörden. Man fragte zuletzt Eiſenbahntechniker: Was denkt ihr von der Sache? Die Anſichten waren getheilt; da jeder aber ſeinem Beichtvater zutraut, daß er Gott am beſten kenne, ſo wurden doch hie und da Eiſenbahndirektionen, ja Regierungen zweifelhaft, ob es nicht löblich und vortheilhaft wäre Eiſenbahnen, oder *den Betrieb geneigter Ebenen wenigſtens*, nach atmoſphäriſchen Syſteme einzurichten. Iſt aber eine ſehr ſteile Neigung, beſonders in der Nähe von Bahnhöfen, immer eine Sache, deren Gefährlichkeit und Betriebsbeſchwerlichkeit nicht genug zu erwägen und kaum überſehbar iſt,*) ſo dient die Anwendung des atmoſphäriſchen Apparates,

*) Nächſtens wird der Schreiber dieſes eine Abhandlung über geneigte Ebenen im Allgemeinen, mit beſonderen Bezug auf die bei Dresden befindliche Sächs.-Schleſiſche-Bahn veröffentlichen. Jede Aufſtellung einer Behauptung darin ſoll auf praktiſche Thatſachen, die er auf Reiſen geſammelt, wohl begründet, nicht *bloß* theoretiſche Folgerung, und alles gemeinfaßlich dargeſtellt ſein. Er hofft dadurch Fingerzeige auf Gegenſtände zu geben, die wohl noch nicht ganz ſo gehörig berückſichtigt worden ſind, wie ſie verdienen und deren Vernachläſſigung, Beſchwerlichkeit und Gefahr herbeiführen könnte.

Digitized by Google

wie dieses Werkchen beweisen wird, wenige Fälle ausgenommen, nur dazu, die Behandlung der darauf zu bewegenden Lasten weitläufiger und kostspieliger zu machen, ganz abgesehen vom Betriebe ganzer Bahnen mit diesem Systeme, der aus dem Nachfolgendem als höchst unvortheilhaft erscheint. So schwebten über dem Haupte manches mitteldeutschen Actionnairs, unsichtbare drohende Wolken. Dank sei aber diesmal dem Hange zum lieben Alten „und der alten Praxis" in jenen Provinzen Mitteldeutschlands, daß durch ihn das Gewitter verschoben, und so der bessern Einsicht Zeit gelassen wurde Platz zu greifen. Um diese aber zu verbreiten fehlte es durchaus an einer guten, gemeinfaßlichen Schrift über den fraglichen Gegenstand und je inniger mein Wunsch wurde, „der Wahrheit eine Gasse" zu machen, desto schüchterner blickte ich auf die Anfänge meiner, schon in Dublin begonnenen, Arbeit. Da fiel mir, bei meiner Rückkehr von dort nach London das Werkchen, dessen Uebersetzung hier vorliegt in die Hände und nach dessen Durchlesen fühlte ich, daß es Pflicht sei, diese treffliche Abhandlung allen meinen deutschen Collegen zugänglich zu machen, indem sie allen Wünschen entsprach, die man von derartiger Schrift hegen konnte. Die Uebersetzung schien leichter als sie war, denn es ist schwer und meinen Kräften fast unmöglich, die englische bestimmte Kürze und trockne Klarheit, die einem technischen Werke so wohl ansteht, im deutschen wieder zu geben. Die Pfund Sterling habe ich in Thaler verwandelt, Wege- und Längenmaaße aber beibehalten, weßhalb unter Meilen, Fuß, Zoll etc. immer englische zu verstehen sind.

Mein sehnlicher und einziger Wunsch ist nun, daß das kleine Buch seinen Weg zu den Händen recht vieler Techniker und solcher Herrn finden möge, deren Stimme bei Eisenbahnangelegenheiten von Gewicht ist. Die Ueberzeugung vom Richtigen hoffe ich, soll jedem beim Durchlesen desselben vor die Seele treten, und wenn meine kleine Arbeit einige meiner Collegen vor Reue bewahrt, und andern dadurch Freude macht, daß sie ihre Meinung von dem großen Engländer ausgesprochen hören, so ist sie überreich belohnt.

Den Fehlern der Uebersetzung möge Gnade für Recht ergehen.

Dresden, 1845.

Ch. M. von Weber.
Civil Ingenieur.

Digitized by Google

An die Direktoren der Cheſter und Holyhead Eiſenbahn.

Meine Herren!

Ich habe Ihnen nun die Verſuche, die ich auf der Atmoſphäriſchen-Eiſenbahn zu Kingstown gemacht, nebſt den Reſultaten vorzulegen, die ich daraus gezogen habe.

Als ich zum erſten Male Kingstown, Ihrer Aufforderung folgend, beſuchte, machte ich Verſuche daſelbſt, die mich in Stand zu ſetzen ſchienen, eine Meinung über die Anwendbarkeit dieſer neuen bewegenden Kraft auf öffentlichen Eiſenbahnen zu bilden. Bei meiner Rückkehr nach England fand ich jedoch, während der Prüfung und Analyſirung dieſer Verſuche, daß viele der Reſultate unvereinbar mit einander ſeien, indem ſie Anomalien unter ſich darboten und weitere Forſchung erforderten.

Ich begann nun zu fühlen, wie beſchwerlich und ſchwierig die Löſung der Aufgabe ſei, die ich unternommen hatte. Ich war aufgefordert zu entſcheiden, ob eine eigenthümliche ingenieuſe und hochverdienſtvolle Erfindung auf der Cheſter und Holyhead Eiſenbahn angewandt werden ſolle, oder nicht. Ich fühlte ebenſo lebendig, daß, was auch meine Meinung ſein möge, günſtig oder ungünſtig, das endliche Schickſal der Erfindung, nicht in meiner Hand liege, und daß, wenn ſie wirklich geeignet ſei, die merkwürdigen Reſultate zu liefern, die behauptet worden waren, Nichts ihrer allgemeinen Anwendung auf Eiſenbahnen Einhalt thun könne. Auf der andern Seite ſah ich daß, wenn die Principe der Erfindung nicht auf's gründlichſte feſtgeſtellt wären, ich die allerernſthafteſte Verantwortlichkeit auf mich nähme, wenn ich ihre Anwendung der Cheſter und Holyhead Eiſenbahn empföhle.

Unter Einfluß dieſer Anſicht ordnete ich eine gänzlich neue und ausgedehnte Reihe von Experimenten an, mit der Abſicht, jeden Theil der Erfindung völlig und genau zu prüfen und ſo mich in den Stand zu ſetzen, eine Meinung zu bilden, nach der ich Ihnen zu handeln rathen könnte.

Da es mir nicht möglich war, dieſe Verſuche ſelbſt zu machen, ſo vertraute ich ſie zwei talentvollen und erfahrenen Aſſiſtenten: Herrn Georg Berkley und Herrn Marſhall an, welche ſorgfältig die Reſultate aufgezeichnet haben.

Digitized by Google

Ohne weitere Einleitung werde ich nun zur Erklärung der Principien schreiten, nach denen, zu Folge meiner Ansicht, der Atmosphärische Apparat arbeitet, werde mich dann auf die Versuche speciell beziehen und die Schlüsse darstellen, die aus ihnen gezogen werden können.

Die mechanischen Details des, zu Kingstown angewandten, Apparats sind zu einem bedeutenden Grade der Vollendung, durch den talentvollen und hochbegabten Erfinder, Herrn Clegg, gebracht worden, aber es ist gänzlich unnütz für mich, irgend Zeit auf ihre Beschreibung zu verwenden, da sie mit den vorliegenden Fragen durchaus in keiner näheren Beziehung stehen. Es ist das allgemeine Princip der Erfindung allein, was wir hier zu betrachten haben und dieß ist so einfach, daß ich nicht Willens bin irgend Etwas einzuführen, was die Untersuchung zusammengesetzter machen könne.

Für den Zweck gegenwärtigen Berichts brauchen wir die Atmosphärische Eisenbahn blos als eine Bahn zu betrachten, an der in Distancen Luftpumpen stehen, die mit einer, die ganze Länge der Bahn hinliegenden, Röhre verbunden sind. Wird diese Röhre durch diese Pumpen theilweis luftleer gesogen, so treibt der Druck der Atmosphäre einen Kolben vorwärts, der sich in der Röhre bewegt und mit einem Wagenzuge in Verbindung steht.

A.	a.	b.	B.

Um die Arbeit dieses Apparats gehörig auseinanderzusetzen, lassen Sie uns annehmen, daß A. B. in obenstehender Figur die Röhre, welche die ganze Bahn entlang liegt, vorstellt und a der Kolben sei, der sich mit dem Train nach B. hin bewegen soll. Angenommen für's Erste, daß kein Train an dem Kolben befestigt sei, so wird derselbe, während eines Hubs der Pumpe, durch einen Raum a. b. in der Röhre fortrücken, dessen Inhalt dem des Luftpumpencylinders gleich ist, und jeder folgende Hub wird ein gleiches Fortrücken in der Röhre zur Folge haben Es ist daher einleuchtend, daß die größte Geschwindigkeit des Zuges auf die Verhältnisse, zwischen dem Flächeninhalte des Querschnitts der Pumpe und des Rohrs bestimmt werde; die Geschwindigkeiten des Luftpumpenkolbens und des Kolbens in der Röhre, müssen folglich im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate ihrer Durchmesser stehen. Zum Beispiel ist in Kingstown der Durchmesser der Luftpumpe 67 Zoll und der Röhre 15 Zoll; die Geschwindigkeit des Ersteren ist 353 Fuß p. Minute, oder nahe 3 Meilen p. Stunde und daher wird die höchste, bei der zweiten zu erreichende, Geschwindigkeit ungefähr 60 Meilen p. Stunde betragen.

Nehmen wir nun an, daß ein Train, von einem gegebenen Gewicht, an den Kolben a. befestigt sei, so ist es klar, daß keine Bewegung Statt haben kann, bis die Luft von dem Kolben hinlänglich

Digitized by Google

verdünnt iſt, um ein Uebergewicht von Druck auf der andern Seite des Kolbens hervorzubringen, welches dem Widerſtand des Trains gleich iſt, dann aber wird ſich der Zug in Bewegung ſetzen und eine wachſende Geſchwindigkeit annehmen, bis das Maximum derſelben erreicht wäre wo ſie dann gleichförmig bleiben wird. Dieß Maximum tritt ein, wenn das Volum, des vom Kolben a durchlaufenen Raums, während eines Hubs der Luftpumpe, dem Volum derſelben gleich iſt.

Hieraus erſehen wir daß, ſei der Zug groß oder klein, die Maximum-Geſchwindigkeit, die erreicht werden kann, überall dieſelbe bleibt.

Von dieſem Geſichtspunkte ausgehend, iſt es von Bedeutung zu beachten, daß, welche auch die Verdünnung der Luft vor dem Kolben ſei, dieſelbe Grenze der Maximum-Geſchwindigkeit bleibt, weil die Pumpe, ſei die Dichtigkeit der Luft, die ſie aus der Röhre zieht, welche ſie wolle, immer nur eine gleiche Anzahl Kubikfuße, bei jedem Hube ſchöpfen kann, und ſo bleibt, wenn die Bewegung des Zuges gleichmäßig wird, das Verhältniß zwiſchen den Geſchwindigkeiten der beiden Kolben, immer daſſelbe. Dieſer Theil der Bewegung iſt es den wir zu unterſuchen, hauptſächlich intereſſirt ſind.

Dieß würden die einfachen auf das athmoſphäriſche Eiſenbahn-Syſtem anzuwendenden Berechnungen ſein, wenn der Apparat in jeder Hinſicht vollkommen, und die Luftpumpe im Stande wäre, bei jedem Hube ihr volles Gehaltvolumen Luft aus der Röhre zu ziehen. Jedoch iſt keine dieſer Bedingungen in der Wirklichkeit erfüllt; denn abgeſehen von allen Unvollkommenheiten die, bekannter Maaßen, unvermeidlich beim Betriebe von Luftpumpen Statt haben, mögen ſie auch noch ſo ſorgfältig conſtruirt ſein, abgeſehen davon, tritt auch eine bedeutende Undichtheit (leakage) des auf der Röhre entlang liegenden Ventils, das dieſelbe ſchließt, wenn der Zug paſſirt, beträchtlich hindernd auf.

Die bequemſte Art den Betrag dieſer Undichtheit, wenn der Apparat in Ruhe iſt, in der Luftpumpe, dem Verbindungsrohr und der Zugröhre beſonders zu beſtimmen, iſt, die Maſchine anzuhalten, nach dem ein gewiſſer Grad der Auspumpung erzielt iſt und dann die Schnelligkeit aufzuzeichnen, mit der das Queckſilber des Barometers fällt; dieſe Verſuche aber mit verſchiedenen Längen der Zugröhre, dem Verbindungsrohr nnd der Luftpumpe zu wiederholen.

Die Experimente über die Undichtheit, welche die folgenden Tafeln mittheilen, waren auf dieſe Art angeſtellt.

Digitized by Google

Experimente über die Undichtheit. Tafel I.

Nr. des Experiments in Tafel II.	Zugrohr zusammen mit dem Verbindungsrohr												Verbindungsrohr allein			
	Länge 8578 Fuß				5938 Fuß				3298 Fuß				1435 Fuß			
	6		5		11		12		17		18		1		2	
	Minut.	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute	Barom. Höhe	Fall p. Minute
	Nr.	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
	0	22.3		21.3		21.7		21.3		21.3		20.9		21.1		22.4	
	1	21.3	1.0	20.1	1.2	20.3	1.4	20.1	1.2	18.9	2.4	18.6	2.3	17.6	3.5	19.0	3.4
	2	20.3	1.0	19.0	1.1	18.8	1.5	18.6	1.5	16.5	2.4	16.2	2.4	14.3	3.3	15.5	3.5
	3	19.2	1.1	17.9	1.1	17.5	1.3	17.2	1.4	14.2	2.3	13.9	2.3	10.9	3.4	119	3.6
	4	18.2	1.0	16.8	1.1	16.0	1.5	15.8	1.4	12.0	2.2	11.5	2.4	7.5	3.4	8.4	3.5
	5	17.2	1.0	15.7	1.1	14.6	1.4	14.4	1.4	9.9	2.1	9.4	2.1			5 6	2.8
	6	16.2	1.0	14.6	1.1	13.1	1 5	12.9	1.5	8.0	1.9	7.5	1.9				
	7	15.2	1.0	13.5	1.1	11.8	1.3	11.5	1.4	6.1	1.9	5.6	1.9				
	8	14.2	1.0	12.4	1.1	10.3	1.5	9.9	1 6								
	9	13.1	1.1	11.2	1.2	8.7	1.6	7.4	1.5								
	10	11.9	1.2	9.9	1.3	7.2	1.5	6.9	1.5								
	11	10.3	1.2	8.3	1.6	5.6	1.6	5.5	1.4								
	12	9.3	1.4	6.3	2.0												
	13	7.7	1.6														
	14	5.7	2.0														

Experimente über Undichtheit. Tafel. II.

Nr. des Experimt.	Barometer		Verbindungsrohr				Zugrohr				
	Höhe	Fall p. Min.	Länge	Querschnitts Fläche	Volum	Undichtheit p. Min.	Länge	Querschnitts Fläche	Volum	Undichtheit p. Min.	Unsicherh. p. Min. i. Meil.
Nr.	Zoll	Zoll	Fuß	□Fuß	C. F.	C. F.	Fuß	□Fuß	C. F.	C. F.	C. F.
1	21.1 to 5.5	3 39	1435	1.23	1765	199	. .	. .	. .	. .	
2	22.4 „ 5.6	3.36	1435	1.23	1765	198	. .	. .	. .	. .	
3	20 6 „ 6.0	3.93	1435	1 23	1765	231	. .	. .	. .	. .	
4	20.0 „ 6 0	4.25	1435	1.23	1765	250	. .	. .	. .	. .	
	Durchschn.	3.73	1435	1.23	1765	219	. .	. .	. .	. .	
5	21.3 to 5.3	1.28	. .	. .	. .	219	7143	1.23	8786	231.	
6	22 3 „ 5.7	1 19	. .	. .	. .	219	7143	1 23	8786	200	
7	20.0 „ 6.0	1.67	. .	. .	. .	219	7143	1 23	8786	368	
8	20.0 „ 6.0	1.70	. .	. .	. .	219	7143	1.23	8786	379	
	Durchschn.	1.46	1435	1.23	1765	219	7143	1.23	8786	294	177
9	20.0 to 6 0	1 66	. .	. .	. .	219	5823	1.23	7126	275	
10	20.0 „ 6.0	1.58	. .	. .	. .	219	5823	1 23	7126	251	
	Durchschn.	1.46	1435	1.23	1765	219	5823	1.23	7126	263	194.
11	21.7 to 5.6	1.46	. .	. .	. .	219	4503	1.23	5539	137	
12	21 3 „ 5.5	1.46	. .	. .	. .	219	4503	1.23	5539	137	
13	20.0 „ 6.0	1.71	. .	. .	. .	219	4503	1.23	5539	197	
14	20.0 „ 6.0	1.64	. .	. .	. .	219	4503	1.23	5539	180	
	Durchschn.	1 57	1435	1.23	1765	219	4503	1.23	5539	163	155.
15	20.0 to 6.0	2.08	. .	. .	. .	219	3183	1.23	3915	174	
16	20.0 „ 6.0	1 76	. .	. .	. .	219	3183	1.23	3915	114	
	Durchschn.	1 92	1435	1.23	1765	219	3183	1.23	3915	144	194
17	21.3 to 5.5	2.15	. .	. .	. .	219	1863	1.23	2292	72	
18	20.9 „ 5 6	2.18	. .	. .	. .	219	1863	1.23	2292	76	
19	20.0 „ 6 0	2.52	. .	. .	. .	219	1863	1.23	2292	121	
20	20.0 „ 6.0	2.40	. .	. .	. .	219	1863	1.23	2292	109	
	Durchschn.	2.31	1435	1.23	1765	219	1863	1.23	2292	94	217
						219				252	186

Digitized by Google

Tafel I. giebt die Einzelnheiten einer Reihe von Experimenten, über die Undichtheit verschiedener Längen der Zugröhren, verbunden mit Verbindungsrohr und Luftpumpe, und über die Undichtheit des Verbindungsrohrs und der Luftpumpe allein. In Tafel Nr. II. sind die Resultate dieser Experimente, nebst denen einer guten Anzahl gegeben, die früherhin von Herren Bergin, Secretär der Dublin-Kingstown Eisenbahn gemacht wurden. Die Undichtheiten der Zugröhre und des Verbindungsrohrs sind hier getrennt und die der ersteren, auf ein stabiles Maaß von Cubicfußen p. engl. Meile reducirt.

Mit Bezugnahme auf Tafel I. bemerken wir, daß der Fall des Queckfilbers an der Barometerscala überraschend gleichmäßig von 22 bis auf 7 Zoll Höhe ist, woher wir schließen mögen, daß während dem, gleiche Quantitäten Luft, in gleichen Zeiten in die Röhre drangen. Dieß ist zweifelsohne eine Verschiedenheit von dem, was man voraus annehmen kann, wenn man die Oeffnungen, durch welche die Luft eindringt, während des Falls des Barometers als konstant ansieht, eine kurze Betrachtung jedoch ist hinreichend es einleuchtend zu machen, daß die Dichtheit des Entlang-Ventils mit dem Drucke, der darauf liegt, wechselt und da, wenn die Verdünnung in der Röhre groß ist, der Druck wächst, so werden die Oeffnungen ungefähr in demselben Verhältnisse verkleinert. Diese Ansicht wird durch diese Thatsachen der Tabelle Nr. I. sehr bekräftigend beleuchtet, da, wenn die Länge des Zugrohrs verringert, also die Undichtheit des Verbindungsrohrs der überwiegende Werth wird, der Fall des Barometers p. Minute, anstatt gleich zu bleiben oder sich sanft zu beschleunigen, bei den Pressungen, die überhaupt zu registriren waren, sich augenscheinlich verzögerten.

Eine sorgsame Prüfung dieser Tafel von Experimenten wird indeß bestätigen, daß der Betrag der Undichtheit p. Minute durchaus als gleichmäßig, ohne beträchtlichen Irrthum in unsern Berechnungen, angenommen werden köune.

Dieß muß als eine glückliche Zufälligkeit betrachtet werden, da es die Berechnungen ganz außerordentlich einfach zu machen erlaubt und die Resultate von viel Zusammengesetztheit und Unklarheit befreit, die sicher durch die Voraussetzung, daß die Undichtheit mit dem Grade des Drucks wechsele, entstehen würden.

Fortschreitend daher auf diesem festgestellten Factum, daß die Undichtheit, als gleich in gleichen Zeiten, bei allen Pressungen angenommen werden kann, müssen wir nun zunächst die Wirkung dieser Undichtheit, auf die Bewegung des Kolbens in der Zugröhre, untersuchen. Wir haben bis jetzt die Fortgänge des Kolbens im Zugrohre, durch die verschiedenen Flächeninhalte der Zugröhre und der Luftdumpe gemessen, aber dieß muß nun durch die Hinzufügung des Hinpernisses der Undichtheit beschränkt werden, da die eindringende Luft

Digitized by Google

zu der, ursprünglich auszusaugenden, hinzuzufügen ist und diese Beschränkung wird sich durch den Grad der Verdünnung modificiren, die im Zugrohre bendthigt ist.

Dieß erfordert eine Erklärung, da die Undichtheit obgleich constant im Betrag an Volum, von der Dichtheit der äußern Luft, doch außerordentlich veränderliche Kräfte zu ihrer Fortschaffung aus der Röhre, bei verschiedenen Verdünnungen, in Anspruch nimmt.

Beziehend auf die Experimente über die Dichtigkeit auf Tafel II. wird gefunden werden, daß der Durchschnittsbetrag der Undichtigkeit 219 Cubicfuß einströmende Luft, Atmosphärische Dichtigkeit p. Minute für die Verbindungsröhre und Luftpumpe, ferner 252 Cubicfuß p. Minute für die Zugröhre, das ist für die Minute und Meilen Länge 185 Cubicfuß, sei.

Die Undichtheit des Verbindungsrohrs und der Luftpumpe, obgleich mit 219 Cubicfuß p. Minute hoch im Betrag, schließt doch in der That nicht das ganze der Undichtheit der Luftpumpe ein, denn die Luft, die durch die Luftpumpe, während des Stillstands des Apparats, in das Verbindungsrohr eingelassen wird, geht nur durch die Undichtheiten der beiden Einlaß Ventile, aber die Undichtheiten der 4 Auslass Ventile und der Stopfbüchse, werden erst während der Arbeit des Apparats schädlich. Die Undichtheit des Zugrohrs mit 252 Cubicfuß p. Minute, ist der Durchschnittsbetrag einer sehr großen Reihe von Versuchen, die zu sehr verschiedenen Zeiten gemacht wurden, während der Verschluß der Röhre, mehr oder weniger vollkommen bewirkt war, und kann daher als eine correkte, praktische Thatsache betrachtet werden.

Die relativen Maximum Geschwindigkeiten von Luftpumpe und Zugkolben, sind bis jetzt als gänzlich unbezüglich auf die Grade der Verdünnung der Luft, in der Röhre, betrachtet worden, als ob keine Undichtigkeit Statt hätte; aber es ist einleuchtend, daß alle Luft, die durch Undichtheiten eintritt, in dem Rohre sich nicht mit der Dichtheit der Athmosphäre, sondern in einem, dem Grade der Luftverdünnung proportionalen, expandirten Zustande befindet; daher muß der Einfluß dieses constanten Undichtheitbetrags, verschieden auf die Geschwindigkeit des Kolbens bei verschiedenen Barometerhöhen sein.

Zum Beispiel: in Kingstown beträgt die Undichtheit der Verbindungsröhre und Pumpe 219, die des Zugrohrs 252 Cubicfuß Luft von Atmosphärischer Dichte p. Minute, oder 471 Cubicfuß in Summe, werden durch die Undichtheiten in die zu leerenden Räume geführt; beträgt die Höhe des Barometers in der Röhre aber nur 15 Zoll, oder ist die Luft 2 mal verdünnt, so wird die Wirkung der constanten Undichtheit verdoppelt, denn das auszupumpende Volum Luft wird jetzt statt um 471 um 942 Cubicfuß vermehrt und wird die Luft in der Röhre 5 mal verdünnt so daß der Barometer auf

Digitized by Google

24 Zoll steht so wird dies Volum um 2355 Cubicfuß vergrößert anstatt um 491. Wie also der Grad der Verdünnung steigt, um so ernstlicher wirkt der verzögernde Einfluß der Undichtheit auf die Geschwindigkeit, denn da die Geschwindigkeit des Luftpumpenkolbens dieselbe bleibt, oder doch ziemlich so, und der cubische Inhalt des Hubs ganz beständig ist, sei die Dichtheit der, die Pumpe füllenden Luft, welche sie wolle, so wächst die Wirkung der Undichtheit mit der Verdünnung und die größte, zu erlangende Geschwindigkeit, wird bedeutend verringert.

Dieß ist die einfache Ansicht, die ich mir von dem Einfluß der Undichtheit gebildet habe; sie kann einiger leichter Modificationen fähig sein, aber ich bin, nach reiflicher Ueberlegung, überzeugt, daß sie alle Wesentlichkeiten in sich schließt und daß ihre Annahme keine Fehler und Auslassungen von Betracht nach sich ziehen könne.

Die Berechnung über Geschwindigkeit, zu denen ich jetzt übergehe, werden auf diese Bedingungen gegründet sein, aber ich werde es mir zum Zweck machen, sie mit practischen Resultaten zu vergleichen. Nächstenorts schreite ich zu der Detaillirung der Versuche, die zur Feststellung practischer Geschwindigkeiten unter verschiedenen Umständen dienten.

Die, in Tab. III. dargestellte Reihe von Versuchen, war dazu bestimmt uns über die, mit jedem Wagenzuge, an dem Apparate zu Kingstown zu erreichende Geschwindigkeit und die correspondirenden Pressungen im Zugrohr zu vergewissern. Die ersten 5 Columnen dieser Tafel geben die Längen Abtheilungen, Gradienten, Curven und die allgemeine Beschreibung der Kingstown und Dalkey Eisenbahn und die folgenden, mit Einzelheiten der Versuche mit 20 verschiedenen Trains, sind nach deren steigenden Gewichten geordnet. Jedes Experiment ist nach dem Wechsel der Gradienten eingetheilt, da diese den größten Einfluß haben, die Wiederstände der Züge zu verändern.

Die Züge gingen ab vom 5. Pfahle, wo die Neigung beginnt, deren Durchschnittsbetrag von da, bis zu Ende des Zugrohrs, 1 — 138 beträgt, wie die Tafel ausweist. Bei jedem dieser Versuche war es meine Absicht, ein stetes Maximum der Barometerhöhe auf jedem Theil der Linie zu erhalten, wo der Gradient gleichmäßig steigt und man wird bemerken, daß dieß in den meisten Fällen auf eine Strecke beträchtlicher Länge erreicht ist, die sich gleichmäßig 1—115, bei vollkommener Gradheit der Linie, erhebt.

Zu diesem Ende war es nöthig, die Bremsen eine kurze Zeit anzuziehen, ehe man die schwerern Züge in Bewegung kommen ließ, um das Experiment mit einer höheren Verdünnung zu beginnen, als einfach nöthig war, den Zug in Bewegung zu setzen, aber in keinem Falle wurden, nach Abgang des Zugs, jemals die Bremsen in Anwendung gebracht.

Digitized by Google

Die Einzelnheiten jedes Experiments sind in fünf Columnen gegeben; die erste giebt die Nummer der Pfähle, die in gleichen Intervallen von 2 Ketten, oder 132 Fuß die Linie entlang geschlagen sind, die zweite Columne zeigt die Zeit des Abgangs des Zugs und des Passirens jedes Pfahls, und die correspondirende Geschwindigkeit in Stunde und Meile ist in der dritten gegeben. Es ist eine unregelmäßige Variation in einigen dieser Geschwindigkeiten, die von der Schwierigkeit herrührt so kleine Zeitintervalle zu messen, aber in den Ableitungen von diesen Experimenten, ist ein Durchschnitt von verschiedenen Intervallen angenommen worden, was ein gewissenhaft richtiges Resultat giebt. Obige Fehler werden verstanden werden, wenn wir sagen, daß eine Differenz von nur einer Viertelsecunde in der Beobachtung der Zeit, vom Durchlaufen des Raums zwischen zwei Pfählen, bei einer Geschwindigkeit von 36 Meilen p. Stunde, schon einen Unterschied von 4 Meilen von der berechneten Geschwindigkeit giebt.

Die Höhe der Queckſilberſcala, die in dem am Kolben hängenden Wagen befindlich, ist nur bei der Abfahrt und dann jede folgende ¼ Minute beobachtet.

Die Resultate davon, nebst den Beobachtungszeiten sind in die 4. und 5. Columne eingeschaltet, gegenüber der nächsten Vorbeigangszeit an einem Pfahl, um eine directe Vergleichung, zwischen der Geschwindigkeit der Zugs und dem Drucke in der Zugröhre machen zu können. In der 5. Columne ist auch der Augenblick des Anfangs der Luftpumpenarbeit gegeben, woraus die Zeiten ersehen werden können, welche nöthig sind, die diversen Grade der Verdünnung zu erzielen.

Der 1. Train war 23,2 Tons an Gewicht und ging ab mit einer Verdünnung von 8,3″ Queckſilberſäule, die Geschwindigkeit erhob sich bis 30 Meilen p. Stunde und der Barometer stieg bis 13, 7 Zoll, fiel aber am Ende des Rohres bis 12,5 Zoll.

Der 2. Zug war 24,7 Tons schwer, und ging mit einer Verdünnung von 8,0 Zoll ab; die Geschwindigkeit stieg allmählig auf 35 Meilen p. Stunde, indem das Queckſilber des Barometers auf 16,7 stieg und beim Ausgang der Röhre wieder auf 14,3″ gefallen war.

Der 3. Zug war 25,0 Tons an Gewicht, ging ab mit 9,7″ Queckſilberhöhe und seine größte Geschwindigkeit betrug 35 Meilen, bei 17,5 Zoll Luftleere, die beim Ausgang aus der Röhre auf 16,1 Zoll fiel.

Bei diesen drei Versuchen ist es unmöglich, die genaue größtmögliche gleichmäßige Geschwindigkeit zu bestimmen, wegen der Schwankungen der Barometersäule und der Kürze und des veränderlichen Charakters der Linie selbst. Der erste Train war auch der erste, der diesen Tag durch den Apparat befördert wurde, wo gewiß das Entlangventil mehr Undichtheit zuließ als gewöhnlich.

Digitized by Google

Der 4. Train war 26,5 Tons an Gewicht, ging vom Bahnhofe mit einer Luftleere von 8,7 Zoll. Geſchwindigkeit und Preſſung erhielten ein ſtätiges Maximum dom 34 Meilen p. Stunde und 18,5 Zoll Queckſilberſäule.

Der 5. Zug war 30,8 Tons ſchwer und ging ab mit 8,5 Zoll. Geſchwindigkeit und Preſſung erhielten ein ſtätiges Maximum von 32 Meilen p. Stunde und 19 Zoll Queckſilberſäule.

Der 6. Zug war 31,3 Tons ſchwer, ging ab mit 11,5 Zoll Luftleere. Geſchwindigkeit und Preſſung zeigten ein erträglich ſtätiges Maximum von 32 Meilen p. Stunde und 19,1 Zoll Queckſilberſäule.

Der 7. Zug war 34,7 Ton an Gewicht und ein Vacuum von 18 wurde beim Abgange erzielt, indem die Bremſen angezogen wurden. Die Geſchwindigkeit und Preſſung erhielten die erträglich ſtätigen Werthe von 29 Meilen p. Stunde und 20 Zoll Queckſilberſäule.

Der 8. Train war 31,8 Tons ſchwer und ging ab mit einer Luftleere von 10,7 Zoll. Die Geſchwindigkeit und der Druck auf den Kolben, erreichten die ſtätigen Maxima 28,2 Meilen p. Stunde 20,7 Zoll Queckſilber.

Der 9. Zug war 38,3 Tons an Gewicht, und ging mit dem niedrigen Vacuum von 5,2 Zoll ab, durch den Umſtand, daß ein Theil des Zugs die Abwärts Neigung, durch ſeine vergrößerte Länge erreichte. Geſchwindigkeit und Preſſung ſtiegen auf die ſtätigen Höhen von 28 Meilen p. Stunde und 21,0 Zoll Queckſilberſäule.

Der 10. Zug war 42,5 Tons ſchwer und ging von einer Stellung zwiſchen dem 5. und 6. Pfahle ab, mit einem Vacuum von 8,6 Zoll, indem er beim in Bewegung kommen, leicht durch die niederwärts Neigung unterſtützt wurde. Geſchwindigkeit und Druck erhoben ſich auf das ſtätige Maximum von 25,7 Meilen p. Stunde und 22,1 Zoll Queckſilberſäule.

Die Gewichte der 10 folgenden Züge wachſen allmählich bis auf 64 Tons und die Höhe des Barometers auf 24,4 Zoll. Die Reſultate Aller ſind vollkommen übereinſtimmend mit denen, die ausführlicher erwähnt wurden, ausgenommen Nr. 13 16 und 19, bei denen Geſchwindigkeit und Preſſung kein ſtätiges Maximum erhielten, alſo auch keine Folgerungen daraus gezogen werden konnten.

Wir haben nun die gegenwärtigen Fähigkeiten des Apparats von Kingstown vor uns, ganz einfach, als eine Reihe Thatſachen, unvermiſcht mit irgend Etwas, was einer Hypotheſe ähnlich ſähe.

Ich will damit fortfahren eine Vergleichung anzuſtellen, zwiſchen dieſen practiſchen Reſultaten, über die größte gleichförmige Geſchwindigkeit, bei verſchiedenen Preſſungen und den theoretiſchen Reſultaten, die wir durch Rechnung erhalten würden, laut den Prinzipien, die ich ſchon auseinandergeſtellt habe. Dieſe Vergleichung iſt in der folgenden Tafel enthalten.

Digitized by Google

Die ersten beiden Columnen geben die constante Quantität Luft die p. Minute aus der Zugröhre gezogen wird. Die dritte ist die Querschnittsfläche des Zugrohrs und die beiden nächsten geben die Länge und den Inhalt des Zugrohrs zu Kingstown, welches ungefähr 1,24 Meile lang ist und von einer andern Röhre 4 Meilen lang von demselben Querschnitt, welches als die größtmögliche Länge, die sich allgemein anwenden ließe, anzunehmen ist.

Der Inhalt des Verbindungsrohrs ist in den folgenden Columnen enthalten und wird als derselbe in jedem dieser Fälle angenommen. Alle Zahlen, die sich auf diese 4 Meilen Länge beziehen, sind mit kleineren Ziffern gedruckt. Eine Reihe von Pressungen für die Berechnung ist in der nächsten Columne gegeben mit den entsprechenden Graden der Verdünnung. Die Undichtheit des Verbindungsrohrs ist vom Durchschnitte in Tafel Nr. II. genommen und die des Zugrohrs ist 186 Cubicfuß p. Meile angenommen, zu Folge derselben Tafel. Diese letztere ist aber hier durch zwei dividirt, um den Durchschnittsbetrag der Undichtheit während der Zeit, daß der Kolben die Röhre durchläuft, zu geben. Diese Undichtheit ist in den nächsten beiden Columnen im Verhältniß zum Grade der Verdünnung vergrößert und der allgemeine Betrag ist zuletzt gegeben.

Aus diesen Facten sind nach der vorerwähnter Art die folgenden Columnen berechnet. Erstens die theoretische Maximum Geschwindigkeit, das ist diejenige, die sich aus der Differenz der Querschnitte des Pumpenkolbens und der Zugröhre, abgesehen von allen Pressungen, ergiebt; dann die berechnete Maximum Geschwindigkeit, das ist die, wo in der Berechnung, die schon gefundene Undichtheit, eingeschaltet wird. An diesen beiden ward die Differenz der Geschwindigkeiten und Procente derselben gefunden. In den folgenden Columnen sind die größten practischen, aus Tafel III. genommenen Geschwindigkeiten, für entsprechende Barometerhöhen gegeben und die Differenz zwischen diesen und der theoretischen und berechneten Geschwindigkeit ist dann mit den Procenten des Verlustes angeführt.

Wir sehen hieraus, daß die Differenz der Geschwindigkeit, zwischen der abstracten Theorie und der Berechnung, die die Undichtheit einschließt, oder der Verlust der Geschwindigkeit, der durch den beständigen Betrag der Undichtheit, über den man sich am ruhenden Apparat versichert hat, sich von 7 — 30 Procent am Apparat zu Kingstown erhebt und von 12 — 48 Procent bei einer Röhre von 4 Meilen Länge. Dieser Verlust tritt bei den Pressungen, zwischen 3 — 12,2 Pfund auf den □ Zoll, ein. Wir finden aber noch eine bedeutende Differenz zwischen der practischen und der zuletzt berechneten, die einen weitern Verlust von Geschwindigkeit nachweist, der zwischen 26 und 41 Procent wechselt, (zwischen den Pressungen von 9 und 12,2 Pfund p. □ Zoll) dieß giebt einen Totalverlust gegen

Digitized by Google

die theoretische Geschwindigkeit, der zwischen 39 und 71 pro Cent schwankt. In Bezug auf die größtmögliche Geschwindigkeit, die wir bei diesen Experimenten erhielten, muß ich hier bemerken, daß dieselbe eher größer, als geringer wie diejenige ist, die sich leichthin in Praxi realisiren ließe, da der Theil der Linie, auf der sie in jeden Falle beobachtet wurde, nie weiter, als eine Drittel Meile von der Luftpumpe entfernt war und daher die Undichtheit weit geringer als die Durchschnittsbeträge war, die man finden würde, wenn die Entfernung von der Luftpumpe 3 oder 4 Meilen betragen würde. Dieser fördernde Umstand würde zwar bei praktischer Ausführung jeder Section einer Athmosphärischen Eisenbahn eintreten, aber bei langen Abtheilungen auch nur sehr wenig vom allgemeinen Nachtheil verbessern.

Im ersten Theile des Berichts habe ich entschieden die Principe festgestellt, die, meiner Ueberzeugung nach, allein die größte, durch den Atmosphärischen Apparat zu erreichende, Geschwindigkeit bestimmen.

Ich habe gezeigt, daß, wäre der Apparat vollkommen in jeder Beziehung, die Geschwindigkeit der Luftpumpen und des Zugkolbens genau im umgekehrten Verhältnisse ihrer Oberfläche sein mußten, welche auch die arbeitende Pressung im Zugrohre sei.

Ich habe ferner dargethan, daß alle Undichtheit, die Geschwindigkeit des Kolbens im Verhältniß der Luftverdünnung im Rohre, vermindern müsse und daß diese Verminderung der Geschwindigkeit durch die Undichtheit allein bewirkt werde, ohne unter dem Einfluß irgend eines andern Umstandes zu stehen. In dieser Ansicht werden wir durch den Umstand bestärkt, daß der ganze Raum der Luftpumpe mit Luft, von der Dichtigkeit derjenigen im Zugrohre, erfüllt ist.

Wir kennen die Geschwindigkeit des Luftpumpenkolbens und die Beziehung zwischen ihr und der des Zugkolbens und bestimmen daher die theoretische Geschwindigkeit des Letzteren. Wir haben uns auch des Betrags der Undichtheit versichert, die Statt hat, wenn der Apparat in Ruhe ist, durch Einführung der letzten Werthe, in das Resultat der ersten Rechnung, kommen wir auf die Geschwindigkeit, die in Praxi erreicht werden sollte. Wir finden jedoch durch Experimente, daß diese Geschwindigkeit nicht erreicht wird und sich eine neue Verminderung derselben herausstellt, durch die es einleuchtend wird, daß ein hinzukommender Undichtheitsbetrag bestehen muß, wenn der Apparat in Bewegung ist.

Wir haben kein direktes Mittel, diese, die Arbeit des Apparats begleitende, Undichtheit zu messen, aber wir nehmen ihre Existenz deutlich durch die neue Reduction der Geschwindigkeit wahr, die uns auch in den Stand setzen soll, ihren Betrag zu bestimmen.

Digitized by Google

Ich will nun die Quellen erforſchen, von denen dieſe neue Undichtheit herrührt.

Es iſt ſchon bemerkt worden, daß nicht das Ganze der Undichtheit der Luftpumpe in das eingeſchloſſen iſt, deſſen wir uns durch die Experimente der Tafel II. verſichert haben, denn die Luft, die durch die Luftpumpe im Stande der Ruhe in die Zugröhre tritt, bringt nur durch die Undichtheit der beiden Eintrittsklappen; aber auf der andern Seite äußert beim Gange des Apparats, nicht allein ein beträchtlicher Theil hiervon, ſondern auch die Undichtheit der 4 Ausgangsklappen und der Stopfbüchſe, ihren ganzen verzögernden Einfluß auf die Geſchwindigkeit des Zugs. Auch die übrigen unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Conſtruction einer Luftpumpe, als die todten Räume am Ende des Cylinders, Undichtheit des Kolbens ꝛc. treten bei letzterem Falle in Handlung.

Es giebt noch eine andere Quelle der Undichtheit, wenn der Apparat in Bewegung iſt, welche nicht im ſelben Maaße bei der Ruhe deſſelben beſteht.

Ich beziehe mich auf die Undichtheit rings um den Zugkolben her; dieſer beſteht aus einer Eiſenſcheibe, ungefähr ein Zoll weniger im Durchmeſſer, als das Rohr und einer ſich ausdehnenden Lederklappe, die durch ihre Expanſion, beim Druck, der dahinter wirkenden Luft, den übrig bleibenden Raum ſchließen ſoll. Man bemerkt einen kleinen Betrag von Undichtheit, durch den Ton der durchſtreifenden Luft, wenn der Kolben feſt im Rohre ſteht, aber wir können nicht zweifeln, daß er außerordentlich bei der Bewegung deſſelben vermehrt werde, wenn wir die große Geſchwindigkeit betrachten, mit der er ein Rohr leitet, ferner die unvollkommene Biegſamkeit des Leders und die große Diſtanz zwiſchen dem Rohr und der Eiſenſcheibe des Kolbens, in Erwägung ziehen. Dieſe Diſtanz kann blos durch die immer augenblickliche und völlige Ausdehnung des Leders geſchloſſen werden, das allen den innern Unebenheiten des Rohrs folgen und die Schwankungen und rüttelnden Bewegungen des Kolbenwagens unſchädlich machen muß, die durch die Unebenheiten der Schienen, den Spielraum der Räder zwiſchen denſelben und die Krümmungen der Bahn erzeugt, und augenblicklich den Kolben mitgetheilt werden.

Die Beträchtlichkeit dieſer Quelle der Undichtheit leuchtet nicht augenblicklich ein, ich werde daher dieſe Anſicht durch das letzte Experiment in Tafel IV. erklären, aus dem zu erſehen iſt, daß ſich außer den 30 Procent Geſchwindigkeitsverluſt, den wir von der Undichtheit, die wir am ruhenden Apparat fanden, herleiteten, noch ein neuer Verluſt von 41 Procent herausſtellte, welchen wir blos durch einen Zuwachs von Undichtheit erklären können, den die Bewegung hervorbringt. Schreiben wir für's Erſte das Ganze der Unvollkommenheit dem Zugkolben zu, ſo finden wir, durch auf Thatſachen begründete

Digitized by Google

Rechnung *), daß Alles dieser hinzukommenden Undichtheit, durch eine Oeffnung in die Röhre fließen würde, die einem Ring von $\frac{1}{4}$ Zoll Weite, um den Umfang des Kolbens, gleich wäre. Die Hälfte dieses Betrags mag indeß den wohlbekannten Unvollkommenheiten der Luftpumpe zugeschrieben werden, so daß sich dieser Ring auf eine Weite von $\frac{1}{8}$ Zoll reducirt.

Obgleich wir keine Möglichkeit kennen, Experimente zu machen, die sich direct auf diesen Punkt beziehen, so ist doch durch die Verminderung der Geschwindigkeit, die Existenz dieser neuen Undichtheit vollständig dargethan, und die Quellen, die ich als die wahrscheinlichsten dafür bezeichnet habe, scheinen mir völlig hinreichend für ihren Betrag.

Unser nächster Gegenstand ist nun, die Kraft zu bestimmen, die bei jedem der Experimente in Tafel III. aufgewendet wurde, und uns des proportionalen Verlusts zu vergewissern, der sich durch Unvollkommenheiten, die diesem Apparate eigenthümlich sind, herausgestellt.

---

*) Anmerkung. Diese Berechnung ist folgender Weise gemacht: Der Inhalt der Pumpe p. Minute, oder die Luftmenge, die in einer Minute aus dem Rohr gesogen wird, beträgt 134,6 Cubikfuß als Inhalt der Pumpe multiplicirt mit 46; Male der Füllung p. Minute = 6191 Cubikfuß. 41 Procent, davon = $6191 \times \frac{41}{100} = 2538$. Cubikfuß ist der Betrag der Undichtheit p. Minute, auf die man bei der Pressung der Luft in der Röhre von 12,2 ℳ. p. □ Zoll unter der Atmosphäre, oder 5facher Verdünnnug rechnen muß, und $\frac{2538}{5} = 507$ ist der Betrag der Undichtheit p. Minute in Cubikfußen von atmosphärischer Spannung.

Die Höhe einer Luftsäule, die einen Druck von 1 ℳ. auf den Quadratzoll äußert, ist 1848 Fuß, die Höhe, die einen Druck von 12,2 Zoll, der Differenz zwischen der Spannung der äußern Luft und der im luftverdünnten Raume, angehört, ist $1848 \times 12{,}2 = 22545$ Fuß und da die Geschwindigkeit, mit der die Luft in diesen Raum strömen wird = 8 mal die Quadratwurzel der dieser Druckverschiedenheit zugehörigen Höhe ist, so wird sie hier sein $8\sqrt{22545} = 8 \times 150 = 1209$ Fuß p. Secunde oder 72000 p. Minute.

Die Oberfläche der Oeffnung rings um den Zugkolben, die den Betrag von 507 Cubfuß, bei einer Geschwindigkeit von 72000 Fuß p. Minute durchlassen würde, wird $\frac{507}{72000} = 007$ □ Fuß betragen oder 1 □ Zoll. Da der Umfang des Kolbens nun 47 Zoll ist, so wird die Oeffnung einen Ring von $\frac{1}{47}$" Weite sein.

Digitized by Google

Zu dieſem Behufe wurde ein Indicator an der Luftpumpe angebracht und der jedesmalige Widerſtand gegen den Kolben der Luftpumpe genau bei verſchiedenen Höhen des Barometers verzeichnet. Dieſe folgende Tafel Nr. IV. giebt dieſe Reſultate, von denen die Hauptſächlichſten für jeden Zoll Barometerhöhe mit denen verglichen ſind, die man durch Rechnung erhalten hat. Die Differenzen ſind in der 7. Columne bemerkt.

Digitized by Google

Experimente über den Widerstand des Luftpumpenkolbens bei verschiedenen Pressungen.

No. d. Experim.	Barometerhöhe im Zugrohr.	Druck im Zugrohr.	Durchschnittlicher Widerstand des Luftpumpenkol. praktisch. im Experim.	durchsch. pr. p. Zoll W.-H.	Theoret. a. d. Berechnung	Mehrbetr. b. pr. u. d. Thrt.
No.	Zoll	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.	½ p. □ Z.	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.
1	6.0	3.0	3.4			
2	1	3.1	4.5	3.4	2.6	0.8
3	8	3.4	3.8			
4	7.0	3.5	3.7			
5	0	3.5	4.1	3.8	3.0	0.8
6	4	3.7	3.8			
	8.0	4.0				
7	1	4.1	4.0	4.1	3.4	0.7
3	4	4.2	4.2			
9	6	4.3	4.3			
10	6	4.3	4.4			
11	8	4.4	4.5			
	9.0	4.5				
12	2	4.6	4.9	4.5	3.7	0.8
13	4	4.7	4.6			
14	5	4.8	4.7			
15	10.0	5.0	4.7			
16	0	5.0	4.8	4.8	4.0	0.8
17	5	5.3	4.9			
18	6	5.3	4.9			
19	8	5.4	5.2			
	11.0	5.5				
20	2	5.6	5.1	5.1	4.3	0.8
21	6	5.8	5.2			
22	8	5.9	5.2			
23	8	5.9	5.6			
	12.0	6.0				
24	5	6.3	5.3	5.4	4.6	0.8
25	5	6.3	5.3			
26	5	6.3	5.7			
27	8	6.4	5.3			
28	13.0	6.5	5.4			
29	1	6.6	5.3	5.6	4.8	0.8
30	5	6.8	6.1			
31	5	6.8	5.7			
32	14.0	7.0	6.1			
33	1	7.1	5.7	5.8	5.0	0.8
34	2	7.1	5.8			
35	5	7.3	5.9			
36	8	7.4	5.8			
37	9	7.4	6.0			
	15.0	7.5				
38	2	7.5	5.9	5.9	5.2	0.7
39	4	7.7	5.9			
40	5	7.8	5.8			
41	6	7.8	5.9			
42	8	7.9	6.0			
43	16.0	8.0	5.8	6.0	5.3	0.7

No. d. Experim.	Barometerhöhe im Zugrohr.	Druck im Zugrohr.	Durchschnittl. Widerstand des Luftpumpenkol. praktisch. im Experim.	durchschn. pr. p. Zoll W.-H.	Theoret. a. d. Berechnung	Mehrbetr. b. pr. u. d. Thrt.
No.	Zoll	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.	Th. p. □ Z.
44	4	8.2	6.1			
45	5	8.3	6.0			
46	6	8.3	6.4			
	17.0	8.5		6.1	5.4	0.7
47	1	8.6	5.8			
84	2	8.6	6.1			
49	5	8.8	5.9			
50	6	8.8	6.0			
51	6	8.8	6.1			
52	18.0	9.0	6.2	6.3	5.5	0.8
53	4	9.2	6.5			
54	8	9.4	6.4			
55	8	9.4	6.6			
56	19.0	9.5	6.8	6.6	5.5	1.1
57	4	9.7	6.8			
58	5	9.8	6.4			
	20.0	10.0		6.7	5.5	1.2
59	1	10.1	6.6			
60	1	10.1	6.8			
61	6	10.3	6.7			
62	9	10.4	6.9			
	21.0	10.5		6.8	5.4	1.4
63	1	10.6	6.6			
64	2	10.6	7.2			
65	5	10.8	6.7			
66	22.0	11.0	6.8	6.9	5.3	1.5
67	2	11.1	6.8			
68	4	11.2	6.7			
69	6	11.3	6.8			
70	23.0	11.5	6.3	6.5	5.1	1.4
71	2	11.6	6.5			
72	8	11.9	6.3			
73	8	11.9	6.3			
74	24.0	12.0	6.3	6.2	4.8	1.4
75	4	12.2	5.9			
76	5	12.3	6.0			
	25.0	12.5		5.7	4.5	1.2
77	2	12.6	5.7			
78	4	12.6	5.4			
79	5	12.8	5.2			
80	5	12.8	5.1			
	26.0	13.0		4.9	4.0	0.9
81	1	13.1	4.8			
82	4	13.2	4.6			
83	5	13.3	4.6			
84	8	13.4	4.2			
85	27.0	13.5	4.3	4.3	3.4	0.9
86	1	13.6	4.3			

Digitized by Google

Als ich zuerſt mich über die aufgewandte Kraft zu vergewiſſern ſtrebte, um ſie mit den hervorgebrachten Reſultaten zu vergleichen, wurde ein Indicator an den Dampfcylinder angebracht, als ich aber reiflich die erhaltenen Diagramme betrachtete, wurde ich der Ueberzeugung, daß es viel zweckmäßiger ſein würde, eine Reihe derſelben von der Luftpumpe zu nehmen, weil dort die zu regiſtrirenden Preſſungen viel niedriger waren, alſo auch eine viel genauere Beobachtung zuließen, da die Letzteren ſich in den Gränzen des Atmoſphäriſchen Luftdruckes ſich bewegten, während erſtere denſelben oft um 40 und mehr Pfd. p. □ Zoll überſtiegen.

Der Indicator, mit dem alle Luftpumpendiagramme genommen wurden, war von der genauſten und empfindlichſten Conſtruction und ich glaube daher, daß er auf's Accurateſte die Kräfte angab, die zum Betrieb der Luftpumpe nöthig waren; auf ſeine Angaben ſind alle folgenden Berechnungen gegründet. Als ein Zeugniß der Empfindlichkeit des Indicators wird es für die, welche mit dergleichen Unterſuchungen vertraut ſind, intereſſant ſein, zu hören, daß die Curve, die in den Diagrammen die allmählige Compreſſion der Luft vom Anbeginn jedes Hubes angezeigt jederzeit die Linie, welche das Gleichgewicht mit der äußern Luft darſtellt, eher erreicht, als durch Berechnung ſich zeigen würde, wenn man die Spannung bloß im Verhältniße der Zuſammendrückung betrachtete. Dies würde auf den erſten Blick, die Curve eines Fehlers verdächtig machen, aber eine kleine Ueberlegung erweiſt es als die Wirkung der Undichtheit durch die Ausgangsklappen während des Hubes und der erhöhten Temperatur, die durch die Zuſammendrückung der Luft hervorgebracht wird.

Der Ueberſchuß des Widerſtands, den die Tafel V. zeigt, muß alleinig der vermehrten Elaſticität, die von der Undichtheit der Pumpe herrührt, der erhöhten Temperatur, dem Heben der Luftpumpenventile und der Trägheit oder Reibung der Luft in den Röhren zugeſchrieben werden. Nachdem ich ſo die Widerſtände des Luftpumpenkolbens beſtimmt hatte, war ich in Stand geſetzt die Kraft zu würdigen, die während der Bewegung von Zügen verſchiedenen Gewichts geäußert wurde, und ſo den effectiven Theil obiger Kraft zu beſtimmen, indem ich auf dieſe Weiſe zugleich die Verluſte nachweiſen konnte, die dem arbeitenden Apparate zu Kingstown eigenthümlich ſind. Dieſe Verluſte ſind in nächſter Tafel gegeben, die ich ſogleich erklären werde.

Digitized by Google

Kraftverluste bei verschieden schweren Zügen. Tafel VI.

Nr. des Zugs aus Tafel III.	Zug			Zugröhre			Ganze Betriebskraft der Luft-Pumpe.	Kraft welche die Luftpumpe während der Bewegung des Zugs angezeigt.	Verwandte Kraft um die Luftverdünnung zu erhalten.		Kraft die die größte Geschwindigkeit des Zugs anzeigte.	Kraftverlust, den die größte gleichförmige Geschwindigkeit des Zugs anzeigte.		Kraft die Reibung und Schwere des Zugs anzeigte.	Kraftverlust durch Luftwiderstand und Reibung des Kolbens und Entlang. der Ventile.	
	Gewicht.	Reibung und Schwere.	Größte gleichmäßige Geschwindk.	Barometerhöhe.	Luftdruck.	Querschnittsfläche.										
Nr.	Tons	℔.	Meilen p. Stunde	Zoll	℔. per □ Zoll	□ Zoll	Pferde Kraft	Pferde Kraft	Pferde Kraft	Procente des Ganzen	Pferde Kraft	Pferde Kraft	Procente des Ganzen	Pferde Kraft	Pferde Kraft	Procente des Ganzen
4	26.5.	781	34.7	18.5	9.2	176.7	322	176	146	45	150	172	53	72	78	24
5	30.8.	907	32.0	19.0	9.5	176.7	336	181.	155	46	143	193	57	77	66	20
7	34.7	1023	29.0	20.0	10.0	176.7	454	184	270	59	137	317	69	79	58	13
8.	36.8	1084	28.3	20.7	10.4	176.7	350	186	164	47	139	211	60	82	57	16
9.	38.3	1129	28.3	21.0	10.5	176.7	381	186	195	51	140	241	63	85	55	14
10	42.5	1253	25.7	22.1	11.0	176.7	389	184	205	53.	133	256	66	86	47	12
11	43.8	1292	25.3	22.5	11.2	176.7	386	181	205	53	133	253	65	87	46	12
12.	45.5	1341	25.2	22.7	11.3	176.7	427	181	246	58	134.	293	69	90	44	10
14	51.0	1503	22.7	23.3	11.6	176.7	396	173	223	56	124	272	68	91	33	9
15.	53.5	1576	21.7	24.0	12.0	176.7	460	170	290	63	123	337	73	91	32	7
17.	58.0	1709	20.4	23.8	11.9	176.7	560	170	336	66	114	392	77	93	21	4
18	59.8	1763	18.0	23.6	11.8	176.7	390	170	220	56	100	290	74	85	15	4
20.	64.7	1907	16.7	24.4	12.2	176.7	415	162.	253	61	96.	319	77	85	11	3

Digitized by Google

In dieser Tafel sind die Züge aus den Versuchen der Tafel III. gewählt, die die gleichmäßigsten und werthvollsten Resultate gaben, die Data für die Berechnung sind in den ersten 7 Columnen gegeben, die keine besondere Erklärung bedürfen. Die 8. Columne giebt die totale Kraft, die zum Betrieb der Luftpumpe, während der ganzen Zeit, daß die Maschine arbeitete, nöthig war, und es ist meine Absicht, diese in 2 Rubra zu theilen und getrennt die verschiedenen Antheile dieser Kraft zu zeigen: 1) den, der zur Erhöhung der Luftverdünnung und Erlangung der Maximum-Geschwindigkeit nöthig ist und 2) den der zum Forttreiben des Zugs bei dieser Geschwindigkeit nöthig wird.

Um die Total-Kraft zu erhalten, vergewisserte man sich der mittlere Widerstand des Luftpumpenkolbens, während der ganzen Zeit, die er in Thätigkeit war, bei jeder der aufeinander folgenden Barometerbeobachtungen, die in den detaillirten Experimenten der Tafel Nr. III. gegeben sind, und von jeder Pressung, die zu jeder der Veränderungen der Barometerhöhe gehört, die in Tafel V. gezeigt sind. Dieser allgemeine Widerstand ist mit der Geschwindigkeit des Luftpumpenkolbens multiplicirt und in den Verhältnisse vergrößert, wie sich die ganze Zeit, in der Luftpumpe in Bewegung war, zu der verhält, die der Zug braucht, um die ganze Entfernung mit seiner Maximum-Geschwindigkeit zurückzulegen. In den Fällen wo der Train mit hoher Luftverdünnung abging, wurde der mittle Druck durch eine sorgfältige Prüfung aller Experimente in Tafel III. erhalten, um die Zeit zu bestimmen, die nöthig war das Barometer zu den verschiedenen Höhen zu heben, die beim Abgange des Zugs erlangt waren.

Diese Total-Kraft, die durch die Arbeit der Luftpumpe in Anspruch genommen wird, ist in den beiden folgenden Columnen der Tafel Nr. VI. in die Kraft, die die Luftpumpe während der Bewegung des Zugs anzeigt und diejenige getheilt, die durch Erlangung des höchsten gleichförmigen Grades der Verdünnung absorbirt wird. Die erstere ist berechnet, indem man den Totalwiderstand des Luftpumpenkolbens bei der größten gleichmäßigen Geschwindigkeit mit der Geschwindigkeit des Kolbens multiplicirt und die letztere Columne, indem dieß vom Totalbetrag abgezogen wurde, die Procente, die dieß vom Ganzen beträgt, sind dann beigefügt. Hierauf bin ich in der Tafel dazu geschritten die Kraft zu geben, die durch die größte gleichmäßige Geschwindigkeit des Zugs oder Zugkolbens angezeigt wird. Den Werth erlangt man, wenn man die größte gleichförmige Geschwindigkeit mit der größten gleichförmigen Pressung im Zugrohre multiplicirt. Dieß ist dann von der Totalkraft an der Luftpumpe abgezogen, um den Verlust zu erhalten, der durch die Ertheilung der Geschwindigkeit an den Zug Statt findet, und diesem ist der Procentbetrag des Ganzen beigefügt.

Digitized by Google

In der folgenden Columne habe ich die Kraftmenge, die dem Train mitgetheilt wird, in die Antheile: den, der durch seine Friktion und Schwere in Anspruch genommen wird und den, welchen der Widerstand der Atmosphäre absorbirt, zerlegt. Ein gleichförmiger und beständiger Zuwachs, je nach dem Gewicht des Trains, wird in der Columne, die die totale betreibende Kraft der Luftpumpe darstellt, bemerkt werden, außer bei dem 7, 12, 15, 17 und 20 Zuge, in welchen Fällen es, durch Vergleichung mit Tafel III., ersichtlich ist, daß eine bedeutende Verdünnung vor Abgang des Zugs Statt hatte und dieser Umstand wird, bei genauerer Betrachtung, vollständig zur Erklärung dieses erscheinenden Widerspruchs hinreichend befunden werden; denn da die Arbeitszeit der Pumpe in diesen Fällen bedeutend verlängert wurde, so konnte auch die mittlere Geschwindigkeit wenig vergrößert werden. Es ist möglich, daß es nicht auf den ersten Augenblick ersichtlich ist, warum die Kraft dieser Columne, die in der nächsten gegebene, so sehr übersteigt, welche letztere die gegenwärtige, die Pumpe betreibende Kraft ist. Es wird jedoch klar werden, wenn man sich erinnert, daß diese positive Kraft hier im Verhältniß der ganzen Zeit, daß die Luftpumpe in Arbeit war, zu der Zeit gewachsen ist, die der Train brauchen würde, um mit seiner größten gleichmäßigen Geschwindigkeit die ganze Distanz zu durchlaufen. Diese Vermehrung ist deshalb geschehen, damit ein directer Vergleich zwischen dieser totalen Kraft und der Kraft, die für jeden verschiedenen Widerstand jedes Zugs verlangt wird, angestellt werden könne. Wir bemerken durch die nächste Columne, daß die Kraft, die beim Betrieb der Pumpe an der Kingstown und Dalkey Eisenbahn angewandt wird, von 162 bis 186 Pferdekräften variirt zwischen 18 und 24 Zoll Barometerhöhe, wenn wir die Geschwindigkeit des Kolbens zu seiner gleichförmigen Geschwindigkeit, von 46 einzelnen Hüben, p. Minute annehmen. Von diesem Allen kommen wir zu dem wichtigen Factum, daß die Betriebskraft der Pumpe als gleichförmig angenommen werden kann, wenigstens durch die Werthe der Barometerscale, die für Eisenbahnzwecke als (richtig) brauchbar betrachtet werden können.

Die nächste Columne giebt den Betrag der Kraft, die der Zug bei seiner größten gleichförmigen Geschwindigkeit, auf einer Steigung von 1 : 115, in Anspruch nimmt. Nun beträgt der Widerstand des Zugs, dargestellt durch Reibung und Schwere der Wagen, angenommen, daß sich die Reibung p. ton auf 10 Pfd. beläuft, auf diesem Theil der Linie 72 Pferdekräfte, indem 78 Pferdekräfte der aufgewandten Kraft, ohne Rechenschaft für ihre Verwendung, verloren gehen. Die Linie, wo diese Geschwindigkeit erreicht wurde, ist vollkommen gerade und frei von jedem Hindernisse, das einen Kraftaufwand nöthig machen könnte, wir haben daher keine Alternative, als diesen normen Kraftverlust dem Widerstande der Athmosphäre zuzuschrei-

Digitized by Google

ben, er wurde deßhalb unter dieß Rubrum in der Tafel gestellt und alle andern Experimente sind aus demselben Gesichtspunkte behandelt worden.

Bei Betrachtung dieser Columne, die den Kraftverlust durch Widerstand der Athmosphäre darstellt, wird eine sehr schnelle Abnahme dieses Verlusts bei Verminderung der Geschwindigkeit bemerkt werden und es stellt sich auf diese Art aufs klarste heraus, mit wie großem Kraftaufwande und folglichen Kosten verknüpft der Betrieb bei hoher Geschwindigkeit auf Eisenbahnen ist.

Diese Bemerkung ist natürlicher Weise gleich anwendbar auf alle Eisenbahnen, welches auch die angewandte bewegende Kraft sei und wurde hier blos darum angeführt, um zu zeigen, daß die Erlangung einer Geschwindigkeit, welche die, auf einigen Eisenbahnen existirende, übertreffen soll, eine, mit außerordentlichen Schwierigkeiten verknüpfte Sache ist, und daß das atmosphärische System kein Mittel bietet, die Kostspieligkeit großer Geschwindigkeiten vermindern zu können. Wir haben in den Experimenten eben die Anwendung einer effectiven Kraft von 130 Pferdekräften dargethan, von denen 78 oder über 50 Procent durch den Widerstand der Luft, bei einer Geschwindigkeit von 35 Meilen p. Stunde verloren gingen.

Daß dieß die wahre Ansicht der Sache ist, wird überflüssig klar, wenn man die Zahlen in der Columne verfolgt, die den Athmosphärischen Widerstand darstellen, denn wir bemerken, daß der hier rubricirte Verlust auf's schnellste mit der Geschwindigkeit abnimmt und, obgleich die Zahlen kein einfaches Gesetz ausdrücken, durch welches die Widerstände berechnet werden könnten, so stellen sie doch hinlänglich einen, mit großen Geschwindigkeiten verbundenen, außerordentlichen Verlust an Kraft dar. Ich glaube, daß die Zahlen dieser Columne nahe genug mit den Cubus der Geschwindigkeiten wechseln, um darzuthun, daß der größte Theil, wo nicht das Ganze des Betrags, auf Rechnung des Atmosphärischen Widerstands kömmt. In der That, wenn wir hinzufügen, daß alle Vermehrungen der Last, bei den schwereren der Züge, blos aus offenen Packwagen mit Schienen beladen bestanden, die dem Luftwiderstande eine viel kleinere Oberfläche boten, als die gewöhnlichen Passagier Wagen, aus denen sich die leichtern Züge sich gänzlich formirten, so wird jede Differenz von Resultaten, die durch Annahme, daß dieß Gesetz richtig sei, erzielt würden, gänzlich verschwinden.

Um den Schluß, daß dieser Verlust wirklich durch Schuld der Atmosphäre hervorgebracht wird, noch mehr zu bekräftigen, beziehe ich mich auf den Bericht Lardners an die Königliche Großbrittanische Gesellschaft für Wissenschaft und Kunst, vom Jahre 1838, wo vielfache Experimente detaillirt dargestellt sind, aus welchen hervorgeht, daß der Atmosphärische Widerstand zu 15 Pfd. p. ton bei

Digitized by Google

einem gewöhnlichen Passagierzuge, der sich mit 30 Meilen Geschwindigkeit bewegt, angenommen werden könne. Angenommen, daß der Widerstand mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachse, so würden wir im Experiment Nr. 4. denselben zu 20 Pfd. p. ton haben.

Das Gewicht des Zugs, mit dem eine Geschwindigkeit von 34,7 Meilen p. Stunde erlangt wurde, betrug 26,5 Tons; sein Total-Widerstand ist nach dieser Berechnung 50 Pferdekraft, indem für den Verbrauch der übrigen 28 Pferdekraft der aufgewandten Kraft keine Rechenschaft zu geben ist. Ein Theil dieser Ueberschusses wird zweifelsohne durch Reibung des Zugkolbens, Auf- und Zudrücken des Entlangventils ꝛc. in Anspruch genommen und die Kraft, die für diese Zwecke nöthig ist, kann nicht leicht bestimmt werden, muß aber jedenfalls weit unter jenem Ueberschußbetrage bleiben. Wir werden also, wie ich glaube, die Kraft, die durch Luftwiderstände verloren geht, nicht überschätzen, wenn wir sie zu 50 Pferdekraft annehmen. Von diesen Thatsachen ausgehend, lassen Sie uns nun diesen Widerstand bei 50 Meilen Geschwindigkeit berechnen, die vollkommen im Bereich des Atmosphärischen Systems geglaubt wird. Nehmen wir das Verhältniß des Anwachses jener Widerstände, wie den Cubus der Geschwindigkeit an, so finden wir, daß dieselbe, bei 50 Meilen Schnelligkeit eines Zugs von 26,7 Ton, sich auf 150 Pferdekraft belaufen würde, welches genau die Kraft ist, die die Maschine zu Dalkey dem Zuge im Experiment in Nr. 4., der dieß Gewicht hatte, mittheilte.

Dann bleibt, bei jenem Falle, keine Kraft übrig, um Reibung und Schwerkraft des Zugs zu überwinden, die nach der Tafel sich auf 72 Pferdekraft bei 34,7 Meile p. Stunde, beläuft und daher, bei der jetzt angenommenen Geschwindigkeit von 50 Meilen, sich bis auf 101 Pferdekraft vergrößern würde.

Da nun der Luftwiderstand bei 50 Meilen p. Stunde, nach den mäßigsten Annahmen, als der ganzen Kraft gleich nachgewiesen worden ist, welche die Maschine zu Dalkey dem Zuge mittheilt, so ist es klar, daß zur Erlangung einer solchen Geschwindigkeit, bei einer Ladung von 26,7 Ton, auf einer Neigung von 1:115, die jetzige Maschine um wenigstens 100 Pferdekräfte zu schwach ist. Ich halte diese Art die Sache zu betrachten für außerordentlich wichtig, damit die bedeutenden Kosten zu Erlangung einer hohen Geschwindigkeit, so in die Augen springend gemacht werden, als sie es verdienen, denn obgleich der Luftwiderstand bei Eisenbahnzügen schon seit lange anerkannt ist, so ist doch noch nie die bestimmte Grenze, die derselbe den Geschwindigkeiten setzt, welche man auf Atmosphärische Bahnen für möglich hielt, deutlich genug dargestellt worden.

Meine erste Empfindung war, daß viel größere Geschwindigkeiten durch das Atmosphärische System erreichbar sein müßten, als die

Digitized by Google

bis jetzt durch Locomotiven hervorgebrachten, aber eine sehr sorgfältige Betrachtungen aller der Umstände, welche die letzte Reihe von Versuchen enthüllte und die detaillirten Rechnungen, die darüber angestellt wurden, haben mich zu einer Aenderung dieser Ansicht bewogen.

Ich bin völlig überzeugt, daß die gegebenen Berechnungen nicht absolut der Geschwindigkeit eine Grenze bestimmen, und daß die ganze Untersuchung sich zuletzt in eine Frage über Kraft und folglich in eine financielle Frage auflösen könne: und bis zu einem gewissen Grade ist dieß auch der Fall, aber bei einer Forschung dieser Art, welche eben so wesentlich von commercieller als wissenschaftlicher Wichtigkeit ist, werden sich immer financielle Grenzen herausstellen, die oft unübersteiglicher, als die von mechanischer Natur, sind.

Beim Verfolg meiner Betrachtungen habe ich deßhalb die gebieterische Nothwendigkeit gefühlt, mit einiger Genauigkeit die Kraft zu bestimmen, auf deren Hinzufügung, zu der der Maschine zu Dalkey, man rechnen müßte und ich bin überzeugt, daß die Vermehrung, die festgestellt wurde, um eine Geschwindigkeit von 50 Meilen p. Stunde zu ergeben, eher unter- als überschätzt ist. Dies einzige Beispiel, welches vollständig auf experimentale Data gegründet ist, ist meiner Meinung nach hinreichend, um schließlich nachzuweisen, daß jede Geschwindigkeit über derjenigen, die jetzt auf vielen Eisenbahnen gebräuchlich ist, blos mit großen Opfern von Kraft erlangt werden kann.

Geeigneten Orts, wird im Verlaufe dieses Berichts, auf die Kostenfrage eingegangen werden. Aber bis zu diesem Punkte habe ich mich absichtlich auf die Untersuchungen über Kraft und Geschwindigkeit beschränkt und die Reihe von Experimenten, die schon in den Tafeln vorgelegt wurden, waren nur dafür bestimmt, Data für diesen Zweck zu liefern.

Ich habe schon die gegenwärtige Geschwindigkeit der Züge, derjenigen gegenübergestellt, die die Theorie angiebt und habe dargethan, daß der Geschwindigkeitsverlust einzig durch die Undichtheit des Apparats entsteht und daß, wie die Verdünnung steigt, das Volumen, der durch die Undichtheiten einströmenden, gleichförmigen Luftmenge vergrößert werde, während die Pumpe nur im Stande ist ein beständiges Volum Luft, ohne Bezug auf deren Dichtigkeit zu saugen. Dieß leitet zu dem Schluße, daß, wenn das Barometer bis auf einige Zolle von seiner größten Höhe steigt, der Betrag der Undichtheit völlig der Capacität der Pumpe gleich werden müsse, wo dann keine Bewegung des Zugkolbens erfolgen kann. Dieser Fall tritt bei der Kingstown und Dalkey Eisenbahn bei der Höhe von 25¼ Zoll Barometerscala ein, welches die größte Höhe ist, die bei der ganzen Länge des Zugrohrs erlangt werden kann. Daher würde ein Zug

Digitized by Google

der diese Barometerhöhe erforderte, um fortbewegt zu werden, sich nicht in Bewegung setzen, wenn nicht die Luftpumpe ihre gewöhnliche Geschwindigkeit vermehrte, obgleich die Maschine immer mit voller Kraft arbeitete. Diese Folgerung, die ohne Frage wichtig ist, zeigt den ungeheuern Kraftverbrauch, wenn eine hohe Verdünnung nöthig, das heißt, ein schwerer Zug zu befördern ist.

Da ich nun, wie ich hoffe, die Zwecke und Resultate der Experimente, die ich auf der Kingstown und Dalkey Eisenbahn gemacht habe, genugsam erklärte, werde ich jetzt eine Parallele zwischen dem Betrieb mit den Atmosphärischen System und andere Locomotionsarten, die lange in Gebrauch sind, ziehen, mit der Absicht ihre relativen Vor- und Nachtheile zu zeigen. — Zu diesem Zweck habe ich die stationairen Maschinen in Camdentown gewählt, weil sie uns einen ähnlichen Fall, wie den in Kingstown vorführen; die Ungleichheiten sind auf keinen Fall von der Art, daß sie wesentlich das Beispiel beeinträchtigen könnten.

Tafel Nr. VII. stellt die Steigungsverhältnisse und Länge der geneigten Ebene bei Euston dar, mit dem Gewicht des dort benutzten Taues, den Dimensionen der Maschinen und einer Beschreibung der verschiedenen Züge, welche gewöhnlich die Steigung hinaufgezogen werden. Die Totalkraft der dort bestehenden Maschinen ist dann angegeben, und zwar eingetheilt in die Kräfte, die von dem Widerstand der Maschinen, des Taues, des Zuges und der Atmosphäre in Anspruch genommen werden, von welchen dann wieder ins Besondere das Verhältniß des Verlustes abgeleitet ist, der von dieser Anwendung des Taues, als des Mittels die bewegende Kraft fortzupflanzen, entsteht.

Ehe ich jedoch fortfahre einen Vergleich, zwischen den Resultaten, welche in diesen Tafeln aufgeführt sind und denen, welche sich, durch die gemachten Experimente, auf der Atmosphärischen Eisenbahn ergeben, anzustellen, liegt mir besonders daran, die Data zu erläutern, auf welche die ersteren gegründet sind, um so mehr, da ich alle Erfolge berechnet habe, die Kraft ausgenommen, welche durch die Reibung der Maschinen und des Taues consumirt wird. —

Ein Indicator ward an den Camdentown-Maschinen angebracht, um diesen Betrag zu bestimmen, welcher der Tafel beigefügt wurde; durch Diagramme, die wir erhielten, gelangten wir nun zu der Thatsache, daß ungefähr 58 Pferdekraft verlangt werden, um die Maschinen zu treiben, und das Tau allein, bei einer Schnelligkeit von etwa 20 Meilen per Stunde, zu ziehn. Nach Versuchen über Reibung der Maschinen, die auf der Blackwall Eisenbahn angestellt wurden, wo man das Tau und die Trommeln trennen kann, habe ich, die Verhältnisse an beiden Eisenbahnen berücksichtigend, gefunden, daß 13 Pferdekraft der Reibung der Maschinen zugeschrieben werden

Digitized by Google

müssen, was die Reibung des Taues mit 45 Pferdekraft übrig läßt.

Die Friction der verschiedenen Züge zu 10 Pfd. p. Tonne angenommen und zu der Gravitation, die zu den durchschnittlichen Gradienten gehört addirt, wurde mit der Geschwindigkeit multiplicirt, die auf 20 Meilen p. Stunde angegeben wurde, und in der Tabelle in Pferdekraft ausgedrückt. Die Kraft, welche durch den Widerstand der Atmosphäre verloren geht, ist nach den schon früher angegebenen Versuchen Lardners berechnet.

Die Totalkraft der Maschinen wird auf diese Art erhalten, von welcher dann die Kraft, die nöthig ist die Reibung der Maschinen zu überwinden, abgezogen werden muß, um einen genaueren Vergleich mit der Kraft anzustellen, die auf der Atmosphärischen Eisenbahn in Kingstown verwendet wird, da in diesem Falle, die zu jenem Zwecke nöthige Kraft, ebenfalls weggelassen ist.

Die nöthige Kraft, um das Tau bei den aufgeführten Fällen, zu treiben, erhebt sich zu einem Verlust von 39 — 17 Procent der Ganzen; natürlich abnehmend im Verhältniß, wie das Gewicht des Zuges vermehrt wird.

Indem ich fortfahre, die hier erhaltenen Resultate mit denen der Atmosphärischen Eisenbahn zu vergleichen, habe ich den Plan, einen Fall von beiden zu wählen, der die genauste Aehnlichkeit, im Betrag ihrer Widerstände und ihrer Schnelligkeiten, darstellt.

Der 4. Zug in Tafel VII. und der 18. in Tafel V. stimmen sehr nahe in dieser Hinsicht überein, indem der ganze Widerstand des ersteren, incl. der Reibung, der Schwere und des Widerstandes der Atmosphäre, gleich 102 Pferdekraft ist, während der des letzteren sich auf 100 Pferdekraft beläuft; die respective Geschwindigkeit ist 20 und 18 Meilen p. Stunde.

Der Kraftverlust, der durch den Betrieb des Taues im ersteren Falle entsteht, ist 30 Procent der Totalkraft gleich, während der Verlust bei letzterem, der durch das Erzeugen der luftleeren Dichtheit und Unvollkommenheit des Apparates entsteht, 74 Procent des Totalen beträgt.

Um jedoch einen genauen Vergleich zwischen diesen beiden Fällen anzustellen, muß die Totalkraft des ersteren im Verhältniß der mittleren zu der größtmöglichsten Schnelle gesteigert werden, welches, wie in diesem Falle durch gemachte Versuche nachgewiesen ist, 37 Pferdekraft dem Ganzen hinzufügt. Der Vergleich steht nun folgender Maaßen: der Kraftverlust an der geneigten Ebene zu Euston beträgt 45 Procent, während der, an der Kingstown und Dalkey Eisenbahn 74 Proc. beträgt.

Dieß Resultat ist durch einen Zug erhalten, der den Durchschnittsbetrieb der Euston Ebene darstellt, es ist daher einleuchtend

Digitized by Google

daß, in diesem besonderen Falle, das Tau bedeutend ökonomischer, als das Atmosphärische System sei.

Nehmen wir die Schwere anderer Züge an, so finden wir daß das Verhältniß des Verlustes bei dem Atmosphärischen Apparat sich vermindert, jenachdem sie leichter werden, da die Wirkung der Undichtheit sich mit der Verringerung der Luftverdünnung vermindert, aber das Verhältniß des Verlustes bei dem Tau muß steigen, da die Kraft, die verlangt wird, um das Tau selbst zu treiben, dieselbe bei einem leichten, wie bei einem schweren Zuge ist. Anderer Seits, wird bei schwereren Zügen, das Verlustverhältniß des Taues verringert werden, und das des Atmosphärischen Systems, wegen der wachsenden Wirkung der Undichtheit und der noch hinzuzufügenden Kraft, die nöthig ist, die Verdünnung auf einen hohen Grad zu heben, bedeutend steigt.

Dieser Vergleich kann noch weiter geführt werden, wenn man die Quantität Brennmaterial vergleicht, die auf beiden Linien p. Tag verbraucht wird, und dieß ist mir durch eine 14tägige Beobachtung der Custon geneigte Ebene und durch einen Versuch an der Kingstown und Dalkey Eisenbahn möglich, bei welchem die Zahl der Züge, das genaue Gewicht eines Jeden und der Verbrauch von Feuerung, einen ganzen Tag hindurch, genau bestimmt wurde.

Das Resultat des ersteren war, daß 13 Züge, jeder durchschnittlich von 44 Tonnen, von denen sich der mittle Widerstand auf 1590 Pfd. belief, die Steigung von 0,91 Meile Länge, mit einer durchschnittlichen Schnelle von 17 Meilen p. Stunde, in einen Tage von 15 Stunden, mit einem Verbrauch von 30 Centner Kohlen heraufgezogen wurden; und der Erfolg des letzteren, daß 10 Züge, durchschnittlich zu 44 Tonnen, von denen sich der Widerstand auf 1295 Pfd. belief, die Senkung von 1,22 Meile Länge, in der gewöhnlichen Schnelle von 14 Meilen p. Stunde in einen Tag von 8 Stunden, mit einem Verbrauch von 29 Centner Kohlen hinaufgezogen wurden.

Der Verbrauch von Kohlen beläuft sich in diesen 2 Fällen zu 284 Pfd. p. gelaufenen Meile der Züge an der Custon Senkung, und 266 Pfd. bei Kingstown, und indem wir diese nun durch ihre respectiven Beträge von Reibung und Schwere theilen, erhalten wir den vergleichenden Verbrauch p. Pfd. der Zugkraft, als 18 Pfd. Kohlen in dem ersteren und 21 Pfd. in dem letzteren Fall.

Das Resultat dieses Vergleichs stimmt sehr nahe mit dem vorhergehenden Vergleich der Pferdekraft überein, und der kleine Unterschied kann wohl daher abgeleitet werden, daß ich nicht die Zeit beachtet habe, seit dem die Feuer angezündet waren, eben so wie ich die verschiedenen Constructionen der Maschinen vernachlässigte. Diese habe ich aber mit Willen ausgelassen, da es nicht meine Absicht war, zu sehr in eine Vergleichung der Details einzugehen, sondern nur

Digitized by Google

die Charakterzüge der beiden Systeme zu beleuchten, und dieß muß interessant sein, da es uns die Gelegenheit giebt, eine vollkommene Parallele zwischen den beiden Systemen der bewegenden Kraft zu ziehn, indem der Betrag der gelieferten Arbeit in beiden Fällen ziemlich gleich ist, wie auch die Züge in beiden, nur nach einer Richtung gezogen wurden, während sie in der anderen, allein durch die ihre Gravitation, wieder hinabliefen.

Wenn wir übrigens annehmen, daß einige der Züge, die die Custown Steigung hinaufgezogen wurden, sich vollkommen zu 100 Tonns an Gewicht belaufen, so werden wir finden, daß der totale Widerstand dieser, die Fähigkeit des Zugrohrs zu Kingstown übersteigt, da es blos 15 Zoll im Durchmesser hat. Vorausgesetzt auch, daß der Druck 22 Zoll Höhe des Barometers, oder 11 Pfd. auf den Quadrat Zoll wäre, so würde der obengenannte Zug auf einer Steigung von 1 in 75 die nahe am obern Ende der Custown geneigten Ebene liegt und sich auf etwa den dritten Theil ihrer Länge erstreckt, bei der Schnelle von 17 Meilen p. Stunde, einen Widerstand von ungefähr 4500 Pfd. äußern und daher eine Zugröhre von 23 Zoll im Durchmesser zu seiner Bewegung erfordern. Solch eine Vergrößerung des Zugrohrs hat, wie man sieht, augenblicklich eine große Verringerung der Schnelligkeit, bei dem Atmosphärischen System, zur Folge, oder erfordert eine größere Luftpumpe, was eine, damit übereinstimmende, Verstärkung der Kraft in sich schließt, weil das Verhältniß zwischen dem Querschnitt der Luftpumpe und des Zugrohrs dabei verändert wird, welche Größen stets von proportionaler Wirkung sind.

Es ist auch deutlich gezeigt worden, daß es dasselbe Opfer von Kraft in sich schließt, ob man mit einer kleinen Röhre mit hoher Luftverdünnung, oder mit einer Röhre von größern Durchmesser bei erniedrigter Verdünnung arbeitet, wenn in beiden Fällen dieselbe Betriebskraft angewandt wird.

Hier finden wir auch den deutlichen Beweis, daß das, was wir gute Steigungsverhältnisse nennen, für das Atmosphärische System keineswegs ein gleichgültiger Gegenstand ist und wir ihm daher nicht die Kraft zuschreiben dürfen, die Construction von Eisenbahnen zu irgend einen Betrage ökonomischer zu machen, indem es uns der Nothwendigkeit überhöbe, das Land möglichst zu ebenen.

Durch die Vergleiche, die wir angestellt haben, sehen wir, daß, bei der Custon Steigung, ein Tau bedeutend vortheilhafter zum Betrieb ist, als eine luftleere Röhre, wäre aber die Steigung zu einer Strecke von 3 — 4 Meilen verlängert, dann würde dieß sehr zweifelhaft sein, da der Verlust der Kraft, die durch die Reibung des Taues entsteht, genau im Verhältniß der Länge zunimmt, beim Atmosphärischen System aber, wächst der Verlust nicht so schnell, da ein

Digitized by Google

großer Theil deſſelben durch die Luftpumpe und den Zugkolben entſteht und dieß ſich bei allen Längen der Röhren gleich bleibt.

Dieß zu erläutern war meine Abſicht, indem ich mich damit auf die Umſtände an der Blackwall Eiſenbahn beziehen wollte, die von den Erfindern des Atmoſphäriſchen Eiſenbahn-Syſtems, als ein ganz beſonders vortheilhafter Fall für deſſen Anwendung betrachtet wurde, hauptſächlich in Bezug auf Kraft, indem ſie glauben, daß der Vortheil ſeiner Einführung ſich hier, beſonders in öconomiſcher Hinſicht, deutlich und entſchieden darthun würde.

Da aber die Umſtände dieſes Falles ganz eigenthümlich ſind, und das Anführen derſelben hier den natürlichen Lauf unſerer Unterſuchungen unterbrechen würde, ſo werde ich dieſem Berichte einige Bemerkungen über dieſen Gegenſtand beifügen, die auf mein Verlangen von Herrn G. P. Bidder, der ſeine Aufmerkſamkeit beſonders der Anwendung des Atmoſphäriſchen Syſtems, für dieſe Eiſenbahn gewidmet hat, geliefert ſind.

Ich werde nun dazu ſchreiten, zu unterſuchen, ob die Fähigkeit der Locomotive Maſchine und der Kraftverluſt bei dem Locomotiv-Syſtem größer oder geringer iſt, als das, was die in dieſem Rapport beſchriebenen Verſuche angeben.

Der 4. Zug in Tafel III. als der, mit welchem die größte Schnelle erlangt wurde, iſt als das vortheilhafteſte für dieſes neue, vorliegende Syſtem angenommen.

Die Ladung war in dieſem Falle 26.5 Tonnen und die Schnelligkeit von 34.7 Meilen p. Stunde wurde auf einer Steigung von 1 in 115 erlangt, alſo bei einen Widerſtand von 1311 Pfd. incl. der Reibung, Schwere und des Widerſtandes der Atmoſphäre.

Beim Ueberwinden dieſes Widerſtandes ergiebt das Experiment einen Verluſt beim Atmoſphäriſchen Syſteme von 53 Procent.

Nun muß eine Locomotiv-Maſchine, unter dieſen Umſtänden, noch zu dieſen 1311 Pfd. die Friction Schwere und den Atmoſphäriſchen Widerſtand der Maſchine und des Tenders überwinden, was ungefähr 900 Pfd. beträgt; überdieß noch einen ferneren Widerſtand der Atmoſphäre gegen die Kolben, welches der Arbeit von Locomotiven eigen iſt, da es keine Condenſations Maſchinen ſind — dieſes mag ſich das eine auf 32, das andere auf 22 Proc. belaufen, oder zuſammen zu 54 Proc. der ganzen, durch die Maſchine entwickelten Kraft.

In dieſem Vergleiche habe ich die Reibung der arbeitenden Theile der Maſchine vernachläſſigt, da dies ebenfalls bei der ſtationairen Maſchine weggelaſſen iſt, und die Indicator-Diagramme in Kingstown von der Luftpumpe und nicht vom Dampfcylinder genommen ſind. Ich habe auch den Verluſt nicht aufbemerkt, der durch das Schlüpfen der Räder entſtehet, wenn ſich eine Locomotiv-Maſchine auf einer ſo ſteilen Steigung bewegt.

Digitized by Google

Der Kraftverlust, beim Gebrauch einer Locomotive unter solchen Umständen scheint also den, beim Atmosphärischen Systeme etwas zu übersteigen; dieß ist übrigens für die Locomotive ein höchst unvortheilhafter Vergleich, weil das Steigungsverhältniß bei weitem zu beträchtlich ist, um mit Vortheil mit Locomotiven betrieben zu werden.

Wenn man die Last vermehrt, wird der Verlust bei der Locomotive um ein weniges vermindert und der Procentverlust der totalen Kraft wird daher verringert, während beim Atmosphärischen System der Procentverlust bedeutend wächst und sich zu einem Betrage von 77 Procent, mit einem Zug von 64.7 Tonnen, erhebt.

Diese Betrachtungen beweisen, daß bei kleinen Zügen der Kraftaufwand beim Atmosphärischen Systeme geringer ist, als der bei Locomotiven, nämlich auf einem Steigungsverhältnisse von 1 zu 115, während auf der andern Seite, sobald der Widerstand des Zuges ein solcher ist, daß er eine hohe Luftverdünnung verlangt, die Locomotive den entschiedenen Vortheil über das Atmosphärische System hat.

Die leichtesten Züge, die auf die Kingstown und Dalkey Steigung gegangen sind, übertrafen an Schnelle wohl alles, was Locomotiven zu leisten im Stande sind und beweisen insofern, daß das Atmosphärische System auf etwas steileren Steigungen angewandt werden kann und daß, auf solchen Steigungen, größere Schnelligkeit mit denselben, als mit Locomotiven erreicht werden könnte; es muß aber hierbei bemerkt werden, daß dieß kein nur dem Atmosphärischen System eigenthümlicher Vortheil ist, sondern nothwendiger Weise jedem Systeme eigen sein muß, das in einer Reihe von stationairen Maschinen besteht, und bei dem die Schwere, des die Bewegung fortpflanzenden Mittels, derselben kein Hinderniß bietet.

Wenn wir Lasten, die bei den Versuchen fortbewegt wurden in äquivalente Ladungen auf einer Horizontale verwandeln, so werden wir finden, daß sie unter keiner Bedingung diejenigen übertreffen, die täglich von Locomotiven befördert werden.

Wenn wir Experiment Nr. 4 annehmen, wo die Ladung 26.5 Tons ist, so wird sich der Total-Widerstand auf einer Neigung von 1.115, bei einer Geschwindigkeit von 34,7 Meilen p. Stunde, wenn wir den Luftwiderstand nach Larduers mehrerwähnten Versuchen annehmen, folgendermaaßen gestalten:

Schwere	20 Pfd.	p. Tonne
Reibung	10 „	do.
Atmosphäre . . .	20 „	do.
Totaler Widerstand	50 Pfd.	

Und der Widerstand auf einer Fläche

Reibung	10 Pfd.	p. Tonne
Atmosphäre . . .	20 „	do.
Totaler Widerstand	30 Pfd.	

Digitized by Google

Daher kommt dieser Zug von 26.5 Tonnen Last, auf einer Senkung von 1. 115, einen andern auf der Horizontale gleich, der 44 Tonnen schwer ist, und sich mit derselben Geschwindigkeit von 34,7 Meilen p. Stunde bewegen soll.

Diese Leistung, die ohne Zweifel die höchste, durch die Experimente angegebene, der Kingstown-Bahn ist, wird täglich auf vielen Eisenbahnen Englands und besonders auf den Great Western und North Eastern übertroffen.

Durch alle die Versuche ist nun ersichtlich, daß der geleistete Dienst der Kingstown und Dalkey Maschine, auf ihr Aequivalent auf der Horizontale reducirt, die täglichen Leistungen unserer Locomotiven auf den vorzüglichsten Eisenbahnen, sowohl in Bezug auf Geschwindigkeit, als auf Last, nicht einmal erreichen.

Wenn man aber die Vergleichung anstellt, um die Locomotiven Kraft auf der Neigung der Kingstown und Dalkey Eisenbahn anzuwenden, dann erscheint das Atmosphärische System, als das vortheilhaftere; solch ein Vergleich kann aber nicht als vollkommen richtig angesehen werden, weil die Locomotiv-Maschine, als bewegende Kraft, bei steilen Steigungen zu unökonomisch, kostspielig und unsicher ist, daher, besonders bei einer Reihe von steilen Steigungen, die sich vielleicht durch eine Linie von mehreren Stunden erstrecken und wo die Art des Verkehrs so ist, daß es nöthig wäre allen Aufenthalt zu vermeiden, würde das Athmosphärische System das beste sein. Wo es aber auf einen kleinen Aufenthalt dann und wann nicht ankommt, wie bei dem Transport der schweren Güter und Mineral Karren auf den Bahnen in der Nachbarschaft von New Castle upon Tyne, da ist die Anwendung des Taues dem Atmosphärischen System wieder weit vorzuziehen.

Diese Schlußfolge, glaube ich, ist durch die Vergleichung, welche zwischen der Euston und Kingstown Neigung gemacht wurde, völlig beleuchtet. Auf Eisenbahnen, wo mäßige Steigungsverhältnisse, durch nicht zu bedeutende Kosten, erlangt werden können, hat der Locomotiv Betrieb, sowohl in Bezug auf Kraft als Schnelle, zweifelsohne den Vorzug über jedes erlangte, oder noch zu erlangende Resultat des Atmosphärischen Systems.

Diese Fälle und alle vorhergegangenen Berechnungen und Bemerkungen betrachtend, muß der Gedanke in der Seele entstehen, daß sie sich einzig und allein auf die Kraft beziehn und keineswegs etwas mit Kosten oder Bequemlichkeit zu thun haben — unser nächster Schritt wird daher zu der Frage sein, die sich auf die Kostenpuncte bei Construction von Bahnen nach beiden Systemen, wie auch die wahrscheinlichen Kosten der Unterhaltung beziehen.

Ehe wir uns aber hierauf einlassen, möchte es wünschenswerth ein, zuerst zu bestimmen, in wie fern es zweckmäßig wäre, sich eines

Digitized by Google

einzelnen Zugrohrs zu bedienen, welches Einige sogar bei großen, öffentlichen Bahnen, anwendbar geglaubt haben.

Es bedarf hier jedoch nicht vielen Nachdenkens, um zu beweisen, daß eine einzelne Zugrohrlinie, selbst einem ganz gewöhnlichen Verkehr, wie er überall in England besteht, nicht genügen würde. Es ist daher auch von denen, welche die Fähigkeiten des Atmosphärischen Systems sich fast als ganz unbegrenzt denken, vorgeschlagen worden, daß ein Zug jede halbe, ja jede viertel Stunde abgehen sollte; aber, indem sie dieß in Anregung bringen, übersehen sie ganz den Umstand, daß eben dieser Vortheil, den die Anzahl der Züge bietet, der Anwendung der einfachen Zugröhre, für irgend eine beträchtliche Länge der Eisenbahn, gänzlich den Stab bricht.

Zum Beispiel: eine Bahn von 112 Meilen Länge, wäre in Stationen, jede von $3\frac{1}{2}$ Meile abgetheilt, wie es von den Erfindern vorgeschlagen wurde, und ein Zug würde von beiden Enden, jede halbe Stunde abgeschickt, welcher die Schnelle von etwa 37 Meilen p. Stunde, incl. der Anhaltepunkte für den Zwischen-Verkehr erreichen könnten, dann würde sich, alle 10 Meilen von einander entfernt, ein Zug in Bewegung befinden, und jeder Zug würde auf seiner Fahrt 11 anderen begegnen, denen er ausweichen müßte. Natürlich müßte dann jeder Zug 11 Mal aufgehalten werden, bis der andere an ihm vorbei und die Röhre wieder geleert wäre.

Solch eine Reihe von Anhaltepuncten würde einen so großen Aufenthalt im Gefolge haben, daß die Anwendung einer Doppel-Zugröhre zur gebieterischen Nothwendigkeit würde.

In dem gerade angeführten Beispiel ist, zur besseren Erklärung, die Schnelle auf 37 Meilen p. Stunde angenommen, die ganze Zeit der Reise würde daher 3 Stunden betragen, aber der eilfmalige Aufenthalt, dem wir doch jedesmal, wenigstens zu 10 Minuten annehmen müssen, was bedeutend unter dem ist, was die Praxis erfordern möchte, würde, ungeachtet der großen angenommenen Schnelle, die Zeit auf 5 Stunden ausdehnen.

Man möge aber nur bedenken, daß dieses Anhalten auch nach ostmaligeres Begegnen von Zügen zur Folge haben muß, was immer mehr Aufenthalte mit sich bringt, und die Zeit der Fahrt wird zuletzt bis auf $7\frac{1}{2}$ Stunde heranwachsen.

Nehmen wir übrigens die gewöhnliche Schnelle zu 30 Meilen p. Stunde, was jetzt die größte, durchschnittliche Schnelle auf irgend einer Eisenbahn ist, so steigt die ganze Zeit der Reise zu 10 Stunden. Wir müssen daher eine doppelte Reihe von Zugröhren annehmen, auf welche Art die obengenannte Schwierigkeit jeden Falls weggeräumt ist; aber die Construction einer doppelten Linie erzeugt ein anderes, kaum weniger furchtbares, Hinderniß, wenn wir den Kostenpunct dieses Systems mit in Betracht ziehen.

Digitized by Google

Der absolute Aufenthalt der Züge ist vermieden, aber eine entschiedene und bedeutende Verminderung der Schnelle muß ohne allen Zweifel, zwischen den Stationen entstehen, wo sich die Züge kreuzen, ausgenommen, wenn eine besondere Linie von stationairen Maschinen für jede Linie von Zugröhren errichtet würde, sonst wäre die Maschine genöthiget 7 Meilen Röhre auf ein Mal auszusaugen, welches natürlich von der Schnelligkeit der Züge bedeutend verlieren ließe.

Solch eine Verminderung ist ganz unzulässig, besonders, wenn wir das System aus dem Gesichtspuncte betrachten, daß es auf den gewaltigen Handelsstraßen unseres Landes angewandt werden soll, für welchen Falle es mir nothwendig scheint, daß es in jeder Vervollkommnung, deren es fähig ist, auch ausgeführt werden müsse.

Die erwähnte Schwierigkeit, die eine doppelte Reihe stationairer Maschinen zu ihrer Hebung verlangt, scheint beim ersten Anblick damit überwunden werden zu können: daß man diese Maschinen nur dort verdoppelte, wo sich die Züge begegnen, wodurch eine bedeutende Summe an Anlagekapital dieses Systems auf langen Eisenbahnlinien gespart würde. Dieß läßt jedoch voraussetzen, daß dann auch die Züge nicht jede halbe Stunde von jedem Endpunkte abgingen, sonst möchte die Verdoppelung einer jeden Maschine nöthig sein.

Wie man aber finden wird, kann diese Erleichterung nicht Statt finden, weil das Kreutzen der Züge unmöglicher Weise so eingerichtet werden kann, daß es stets auf ein und denselben Punkt fiele, selbst vorausgesetzt, daß jede Bahn von der andern, mit der sie in Verbindung steht, unabhängig betrieben werde.

Wenn wir dann noch die Thatsache hinzufügen, daß verschiedene Zweiglinien nothwendiger Weise in die Hauptbahn einlaufen müssen, daß der Betrieb keiner Bahn ganz unabhängig geführt werden kann, daß die Ankunft der Züge stets einer großen Unregelmäßigkeit unterworfen sein wird und muß, die durch örtliche Verhältnisse, das Wetter und andere Zufälligkeiten entstehen, die bei einem so complicirten Werk wie eine Eisenbahn, nicht vermieden werden können: so erscheint es durch alles dies klar, daß zwei, von einander unabhängige Reihen von stationairen Maschinen eben so unentbehrlich, als zwei völlig getrennte Zugröhren sind, um die Sicherheit, Regelmäßigkeit und Schnelle hervorzubringen, die jetzt schon überall den Eisenbahnbetrieb auf gewöhnlichen Bahnen characterisirt.

Wenn das hier in Bezug auf die doppelte Reihe Maschinen Angeführte, als grundlos oder nicht beweisend genug dargestellt werden sollte, so muß man doch das als unvermeidlich zugeben, daß die Züge an jedem Zusammenkunftsorte aufgehalten werden, weil zwei Längen oder Sectionen der Röhren, zu gleicher Zeit dem Proceß des Aussaugens, von ein und derselben Maschine, unterliegen. Wir haben daher nach der Möglichkeit zu forschen, ob 7 Meilen der Röhre durch

Digitized by Google

eine Maſchine ausgepumpt werden können, die nur darauf berechnet war, eine Strecke von 3½ Meile zu betreiben.

Die Berechnungen, die in den vorhergehenden Theile dieſes Berichts über die Undichtheit angeſtellt worden ſind, beweiſen, daß irgend ein Verſuch, eine Bahn auf dieſe Weiſe zu betreiben, bei jeder Kreuzung der Züge, eine ſolche Verminderung der Schnelligkeit zur Folge haben würde, daß es nicht ermangeln könnte, ſeinen übeln Einfluß auszudehnen, und eine große Unregelmäßigkeit durch das ganze Syſtem herbeizuführen, ſelbſt wenn es auf eine einzige, unabhängige Eiſenbahnlinie angewandt würde.

Noch im erhöhten Grade würden ſich dieſe Einflüſſe auf alle die andern Zweige der Handelswege ausdehnen, welche unfehlbar früher oder ſpäter ſich dieſen Hauptadern des commerciellen Lebens anſchließen müßten, und zwar an Stellen und unter Verhältnißen, die jetzt noch nicht einmal geahnet werden können.

Ein anderer, ſehr ſtarker, Grund, weshalb eine doppelte Maſchinenreihe unumgänglich nothwendig iſt, iſt der, daß wenn ſie nicht angewandt wird, bei irgend einem Unfall, der eine der Maſchinen zuſtieße, ſogleich der Verkehr in einem ganzen Diſtrikt vernichtet wäre, und eine doppelte Maſchine in jeder Station, würde ſchon nöthig ſein, nur dieſem Uebelſtand abzuhelfen, ſelbſt ohne all' die anderen, bisher angeführten Gründe.

Dieſe Thatſachen in Bezug auf die Auslagen der Conſtruction (denn ich betrachte ſie durchaus als Thatſachen, weil ſie unvermeidliche Ergebniſſe ſind, die dieſem Syſteme, wo es angewandt wurde, auf dem Fuße folgen müßten,) laſſen mich die Koſten der erſten Anlage viel höher anſchlagen, als es bis jetzt von denen geſchehen iſt, die ihre Meinung über dieſen Gegenſtand veröffentlich haben.

Mr. Samuda übergab Sir Frederic Smith und Profeſſor Barlow die folgende Berechnung der Anlage Koſten, für durchſchnittliche Laſten von 30 Tonnen, bei einer Schnelligkeit von 30 Meilen p. Stunde, für eine einfache Athmoſphäriſch-Eiſenbahn.

Zugröhre . .	Thaler	38294
Hobeln und Bohren.	Thaler	30750
Eine Maſchine für jede 3 Meilen .	Thaler	13,667
		82711
Anlagekapital p. Meile „		27170

Seit Mr. Samuda die obige Schätzung einreichte, hat die Erfahrung in Kingstown einige Veränderungen in den Verhältniſſen der Maſchinen und des Zugrohres als nöthig erwieſen.

Die Folgende iſt jetzt die Koſten-Schätzung für einen ſolchen Apparat, wie er auf einer ſolchen Bahn, wie die zwiſchen London und Birmingham iſt, anwendbar ſein würde.

Digitized by Google

Kosten p. Meile in der Länge:

Zugrohr	circa Thaler	11152
Entlang Ventil . . .	„	5296
Mischung zum Kitten und Ventilschmieren . .	„	1696
Hobeln und Bohren . .	„	2046
Legen und Verbinden .	„	2046
Stations Ventile und Kolbenapparat .	„	681
		22917
Maschine 100 Pferdekraft mit Pumpe ꝛc. . .	Thaler	29042
Maschinenhaus. Schornstein ꝛc.	„	3075
Total für 3½ Meile . . .		32117
Kosten p. Meile . . .	Thaler	9176
Total Unkosten p. Meile .	„	32,093

Man wird bemerken, daß Mr. Samuda hier nur eine einfache Linie Zugrohr, wie eine einfache Reihe von Maschinen berechnet hat, in der Meinung, daß eine solche Anordnung Allem, was nur verlangt werden könnte, entsprechen würde. Aus dem jedoch, was ich bis jetzt über diesen Gegenstand gesagt habe, glaube ich, ist es deutlich geworden, daß eine solche Beschränkung der Anlagen, bei irgend einer wichtigen Verbindungslinie, auf keinen Fall, um einen milden Ausdruck zu gebrauchen, rathsam wäre. —

Ich habe daher diese Schätzung revidirt und das folgende scheint mir das Minimum des Anlagekapitals, um welches ein Atmosphärischer Apparat, bei irgend einer bedeutenden Eisenbahn hergestellt werden könnte.

Anlage Kosten p. Meile engl.

Zugrohr 15 Zoll im Durchmesser	Thaler	47834
2 Maschinen von 250 Pferdekraft mit Pumpen ꝛc. complett à 117½ Thlr. p. Pferdekraft zu 33,000 Pfd.		85420
Maschinenhaus, Schornstein, Reservoir ꝛc.		10250
Total für 3½ Ml.		95670
für 1 Meile		27334
Totalkapital p. Meile . .		75168

Dieser Betrag übertrifft den, von Mr. Samuda angegebenen, bedeutend, die Ursachen davon sind aber genugsam erklärt worden; ich will nur noch hinzufügen, daß die Fragen mit dem eifrigen Bestreben verhandelt wurden, die Kosten eher zu gering anzuschlagen, als zu überschätzen, und ich bin überzeugt, daß die hier niederge-

Digitized by Google

ſetzten Summen hinter denen, die ſich bei wirklicher Ausführung herausſtellen möchten, noch zurückbleiben würden.

Dieß iſt ſogar unbezweifelt der Fall, denn wie erſichtlich ſein wird, habe ich die Dimenſion, der von Mr. Sumada angegebenen Zugröhre, angenommen, der mir nicht gehörig die Nothwendigkeit erkannt zu haben ſcheint, ſich auf einen großen Betrieb vorzubereiten, welches ſich oft ganz unvorhergeſehen auf einer Stammeiſenbahnlinie erzeugt.

Diejenigen werden wohl wiſſen, was ich meine, die mit den Betriebsverhältniſſen der London und Birmingham Bahn bekannt ſind, wo es nicht ſelten der Fall iſt, daß bei Ankunft des Iriſchen Poſt Paket Boots der Zug zu zwanzig und oft zu 30 Wagen wächſt, was einem Gewicht von 90 — 130 Tonnen gleich kommt und der auch, aus Rückſichten gegen das Publikum, nicht gut getheilt und in ſolchen Zwiſchenräumen abgeſandt werden könnte, als der Betrieb mit dieſer Größe von Röhren nothwendig machen würde.

Man muß auch in Erwägung ziehen, daß der gegenwärtige Betrieb aus einer Miſchung von ſchnellen Paſſagier- und langſamen Güterzügen beſteht, und daß bei dem Atmoſphäriſchen Syſtem die letzteren, die ſo ſchwer ſind, daß ſich ihr Gewicht oft auf 280 Tonnen beläuft, in mehreren Abtheilungen getheilt werden müßten, nicht allein um ſie der Zugfähigkeit der Röhren angemeſſen zu machen, ſondern auch um ihr oftes Kreuzen mit den leichteren Paſſagierzügen zu vermeiden.

Dieß wird nothwendig in Betrachtung gezogen werden müſſen, wenn wir zur Berechnung der Betriebskoſten kommen.

Die Kraft der Maſchinen, die ich angenommen, mag für's Erſte ſehr groß erſcheinen, wenden wir uns aber zum Beiſpiel der Maſchine der Kingstown und Dalkey Eiſenbahn, ſo finden wir, daß die angenommene Kraft keineswegs die überſteigt, die zur Erzielung einer hinlänglichen Schnelligkeit, nur mit den gewöhnlichen Paſſagierzügen, (wie die Durchſchnittlichen auf der London und Birmingham Eiſenbahn) nöthig erſcheint, und wir müſſen bedenken, daß das Atmoſphäriſche Syſtem die Nothwendigkeit in ſich ſchließt, dieſelbe Kraft bei leichten, wie bei ſchweren Zügen zu entwickeln.

Das Maximum der Kraft muß daher als fortwährend in Anwendung gebracht, angenommen werden, und wenn dieß auch in der That nicht genau wahr iſt, ſo iſt doch die Verſchiedenheit der Kraft zum Betrieb der Luftpumpe, bei der höchſten und niederſten Luftverdünnungsgraden, die im Bereich der practiſchen Anwendung liegen, von zu engen Grenzen beſchränkt, um die Behauptung im Ganzen nicht als richtig erſcheinen zu laſſen.

Die Maſchine zu Kingstown kann zu ungefähr 200 Pferdekraft angenommen werden, und iſt im Stande einen Zug von 36 Tonnen,

Digitized by Google

auf einer Steigung von 16 Fuß p. Meile mit 35 Meilen Schnelligkeit p. Stunde fortzubewegen.

Dehnen wir nun die Länge der Röhre zu 3½ Meile aus, so würde, wenn die vermehrte Undichtheit hinzugefügt wird, die verlangte Kraft, um nur die obige Last fortzubewegen (die unter der gewöhnlichen Durchschnittslast des London und Birmingham Handels Verkehrs ist) bei dieser Schnelle mehr als die 250 Pferdekraft, die ich für nothwendig erachtet habe, erfordern. Dieß giebt die großen Totalkosten von 75168 Thlr. p. Meile.

Den halbjährigen Rechnungsabschlüssen der London und Birmingham Eisenbahn Compagnie zufolge, beträgt das Capital, das in Locomotiv Maschinen bis zum 31. December 1843 angelegt wurde, 1 Million und 175,162 Thaler.

Um aber das ganze, unter dem Rubrum „bewegende Kraft" verwandte Capital, zu bekommen, müssen wir die Stationen der Locomotiven mit Reparaturwerkstätten ꝛc. hinzufügen. —

Diese sind nun zwar in der Berechnung nicht besonders aufgeführt, wir werden aber sicher gehen, wenn wir sie zu 1,024,994 Thaler annehmen was die ganzen Ausgaben für bewegende Kraft auf 2,200,156 bringen würde.

Es muß übrigens wohl verstanden werden, daß ich nicht beabsichtige, alle die Summen unter diesem Rubrum zu begreifen, die darunter gehören könnten, wenn die Berechnungen genau zergliedert würden, meine alleinige Absicht ist einen vergleichenden Anschlag zu entwerfen, was genau genug geschehen kann, ohne solche Posten aufzuführen, die beiden Systemen gemeinschaftlich sind.

Der auf dieser Basis gegründete Vergleich von Capital Ausgaben für betreibende Kraft würden sich also, für die London Birmingham Eisenbahn etwa folgendermaaßen stellen:

Locomotive Maschinen und Stationen 2,200,156 Thaler,
Atmosphärischer Apparat für 111 Meil.
zu 751,68 Thaler p. Meile 8,343,648 Thaler,

was zu Gunsten des Locomotiv Systems im Anlagekapital für die betreibende Kraft eine Summe von 6,143,592 Thaler ergiebt. —

Diese große Ungleichheit in den Kosten der beiden Kraftanwendungen soll, wie man behauptet, bedeutend durch einer Reducirung der ursprünglichen Kosten bei Erbauung von Eisenbahnen ausgeglichen werden können, und dieß ist theilweise der Fall bei dem Beispiele der London und Birmingham Eisenbahn, aber keineswegs zu den Betrag, wie man es gewöhnlich glaubt. —

Ich kann mich jetzt nicht darauf einlassen, noch mehr in die Einzelnheiten dieses Gegenstandes einzugehen, weil es eine vollkommne gründliche Revision aller Original Pläne und verschiedene Betrach-

Digitized by Google

tungen mit sich führen würde, die wir jetzt nicht genugsam gegen einander erwägen können.

Um aber den Vergleich des Anlage Capitals dieses besonderen Falles durchzuführen so mögen wir immerhin annehmen, daß eine Ersparniß von über 6,000,000 Thaler bei der ersten Anlage durch Annahme des Atmosphärischen Systems hätte bezweckt werden können.

Dieß hätte aber nur die Ursachen der Kosten verändert, die nun, anstatt für Ausgrabungen, Tunnels und Brücken, für Dampfmaschinen und Röhren verwendet werden müßten. Das Capital wäre sich demnach gleich geblieben.

Nehmen wir aber jetzt einige andere Bahnen an, um zu sehn, wie ihre Kosten durch die Anwendung des Atmosphärischen Systems hätten vermindert werden können, so werden wir finden, daß die Oeconomie in der Construction derselben mehr und mehr verschwindet, je günstiger das Terrain wird, durch welches die Bahn sich bewegt, und wenn wir zu einer ebenen Fläche kommen, so wie wir sie in den östlichen Grafschaften Englands haben, wo sehr wenig Ausgaben für Ausgrabungen, Tunnel und Brücken nöthig sein werden, so würde da, wo eine doppelte Zuglinie angewandt werden müßte, die Benutzung des Atmosphärischen Systems, sicher die ursprünglichen Kosten verdoppeln.

Die Grand Junction Eisenbahn ist ein Fall, wo keine Verminderung der ursprünglichen Kosten hätte bezweckt werden können, da sich hier die Steigungsverhältnisse überhaupt schon, eine bedeutende Strecke der Bahn entlang, fast der natürlichen Oberfläche des Bodens ganz anpassen.

Die Einführung der Atmosphärischen Eisenbahn würde daher, in diesem Falle, eine bedeutende Vergrößerung des Anlagekapitals der Compagnie, die sich sicher bis auf 55000 Thaler p. engl. Meile belaufen hätte, (was etwa der Kosten Unterschied zwischen den beiden verschiedenen Kraftanwendungen ist) nöthig gemacht haben.

Ich werde jetzt dazu übergehn, die Betriebskosten der London Birmingham Eisenbahn, sowohl bei Atmosphärischen, als Locomotiv Systems zu vergleichen, wobei ich jedoch alle Kostenpuncte weglassen werde, die beiden Systemen gemein sind.

Uebrigens müssen diese Berechnungen sowohl, als jene, in welche wir uns zur Bestimmung der Anlagekosten einlassen, nur als ungefähre Angaben betrachtet werden, die keineswegs auf ganz besondere Genauigkeit Anspruch machen können. Hierbei müssen wir auch erinnern daß während die Kosten der Locomotiv Kraft den Büchern der Compagnie entnommen sind, dagegen von entsprechenden Größen beim Atmosphärischen System nur die, die man völlig sicher als dem System eigenthümliche Kosten betrachten kann, in die gleichen Sätze aufgenommen wurden, im letzteren mußten daher eine Menge

Digitized by Google

kleinerer Ausgaben, aus Mangel an Erfahrung, wegfallen, was der Seite des Atmosphärischen Systems allerdings einigen Vortheil gewährt.

Die Ausgabe für Locomotiv Kraft auf der London und Birmingham Eisenbahn für das Jahr 1843 war folgende:

Gehalt der Locomotivführer und Feuerleute	Thaler	66,100
Koke . . .	„	174,530
Oel, Feuerwerkzeug, Pumpmaschinen und Wasser . .	„	28,010
Hülfs-Arbeiter und Puzzer, Abfall und Oel	„	28,658
Reparatur der Maschinen und Tender	„	85,560
Kohlen und Holz, Verbrauch der stationairen Maschine in Wolverton, Reparatur von Gebäuden, Gas und zufälligen Ausgaben .	„	21,676
Oberaufseher, Buchhalter, Vorleute Gehalte und Büreau Kosten .	„	31,666
	Thaler	437,201

Die Ausgaben, um denselben Betrieb mit Atmosphärischen System ein Jahr durchzuführen, halte ich ungefähr für die folgenden:

Gehalte der Maschinenleute 64 à 6 Shill. (circa 2 Thlr.) „ „ Feuerleute 64 à 3 Shill. (circa 1 Thlr.)	Thaler	71832
Dieselben, Nachtzeit hindurch .	„	71832
Kohlen 172 Tonnen Tag à 9 Shill. (3Thl.)	„	193,602
Oel, Hanf, Talg und Reparaturen zu 5 Procent für Anschaffungspreis der Maschinen . .	„	136,667
Aufsicht — wie beim Locomotiren	„	31,668
*) Jährliche Kosten	„	505,601

Ich habe schon bemerkt, daß die obige Summe keinen Anspruch auf besondere Genauigkeit macht; da ich aber absichtlich zahlreiche Ausgabe Punkte hinweglassen habe, die sich später doch herausstellen müssen (deren genauen Betrag aber Niemand wagen kann mit Ge-

*) In dieser Schätzung ist es angenommen, daß der Atmosphärische Apparat zu derselben Zeit gelegt würde, als die Bahn und daß dadurch so viel gespart werden kann, als die Kosten des Apparatus mehr betragen würden, sollte es jedoch auf eine schon gelegte Bahn angewendet werden, wie die der London und Birmingham, so würden sich die Interessen des hinzugefügten Capitals, zu 5 Procent auf 44,936 Pfo. St. p. annum, erheben, was dann den jährlichen Kosten des Systems hinzugefügt werden müßte.

Digitized by Google

wißheit vorauszusagen oder in solch eine Berechnung einzuführen) so ziehe ich vor, den Vergleich unter diesen, für das neuerfundene, fragliche System sehr günstigen Auspicien zu machen, da ich wohl einsehe, daß, nach allem was schon geschehen ist, die Wahl zwischen dem Atmosphärischen und Locomotiv Systems keineswegs blos von den jährlichen Kosten des Betriebs abhängen wird.

Ich werde mich mit der obigen Rechnung begnügen, die meiner Ansicht nach, hinlänglich klar die Sache beweist, daß die Betriebskosten der London und Birmingham, oder irgend einer anderen Eisenbahn, bei Annahme des Atmosphärischen Systems, bei weitem die des Dienstes mit gewöhnlichen Locomotiven übersteigen würden. —

Die einzelnen Punkte, der obigen Berechnung bedürfen übrigens einer näheren Erklärung, ich will daher jetzt die Ansichten mittheilen, die mich vermocht haben, die Data anzunehmen, auf die sie begründet sind, nebst meinen Gründen dafür.

Der Punkt, die Maschinen und Feuerleute betreffend, ist natürlich so berechnet, wie es das Atmosphärische System in vollkommenster Art organisirt, d. h. mit einer doppelten Reihe von Maschinen erfordern würde.

Der zweite Punkt, der einzig und allein eine Wiederholung des ersten ist, wird als nöthig erachtet, weil in der That, sowohl die London und Birmingham, als viele andere Eisenbahnen Tag und Nacht im Betriebe sind, da entweder Personen oder Güterzüge, alle Theile der Linie, mehrere Stunden in der Nacht beschäftigen.

Die Personenzüge machen dieß auf jeden Fall nöthig, man wird aber behaupten wollen, daß wenigstens die Güterzüge am Tage befördert werden könnten, und dieß mag auch, bei einer nur flüchtigen Uebersicht, thunlich scheinen, eine genauere Kenntniß von dem Charakter des Verkehrs, aber wird jeden überzeugen, daß auch der Transport von Kaufmannsgütern zwischen verschiedenen Theilen des Königreichs, Benutzung der Eisenbahnen bei Nacht nöthig macht.

Wir müssen uns daher darauf vorbereiten, unsere Anordnungen in den verschiedenen Verbindungs Arterien des Verkehrs, durch das ganze Land, so zu treffen, daß sie durch alle Jahreszeiten und zu jeder Stunde der Nacht, benutzt werden können.

Wo auch immer, hinsichtlich der Localität, einer Ausnahme hiervon statt finden mag, so kann diese doch nicht von Gewicht bei Entscheidung einer soviel umfassenden Frage, wie die vorliegende ist, sein.

Der Punkt die Kohlen betreffend, in dem Anschlage der Betriebskosten, entsteht durch die Annahmen, daß ich mir jede Section von $3\frac{1}{2}$ Meile von zwei stationairen Maschinen, jede von 250 Pferdekraft besetzt denke, und daß ferner diese Kraft immer 6 Stunden von 24 des Tags ausgeübt werde, während der Verbrauch von Kohlen 4 Pfd. p. Pferdekraft in der Stunde beträgt, incl. des Verlustes, der daraus

Digitized by Google

entstehet, wenn die Maschine 18 Stunden nicht arbeitet, das Feuer aber brennt.

Diese Zeit der Maschinen Arbeit, 6 Stunden p. Tag, ist danach eingerichtet die gegenwärtige Anzahl von Personenzügen (zwölf) zu befördern und die Zahl der Güterzüge, die sich jetzt auf drei beläuft zu verdoppeln, denn, da sich jetzt ihr Gewicht auf durchschnittlich 164 Tonnen, ein jeder, beläuft, so muß ihr Gewicht, durch Theilung, der Fähigkeit der Röhre so angepaßt werden, daß noch eine gemäßigte Schnelligkeit zu erlangen ist.

Dieß giebt also p. Tag im Ganzen 18 Züge in jeder Richtung und ich habe 20 Minuten, als die geringste Zeit angenommen, in der es möglich ist, jeder Section der Röhre zu den verlangten Druck auszusaugen, und den Kolben mit der größtmöglichen gleichförmigen Geschwindigkeit fortzutreiben.

Dieser Verbrauch bezieht sich nämlich auf die wirkliche, und nicht auf die nominelle Pferdekraft, die bei dem gegenwärtigen Stand der Maschinen Bauerei überhaupt ganz verworfen werden sollte, da sich schon viel Unbestimmtheit in manche Verhandlung dadurch eingeschlichen hat, weil zwei verschiedene Annahmen von Pferdekraft eingeführt wurden.

Ich habe in diesem Raport durchaus 33000 Pfd., in der Minute einen Fuß hoch gehoben, als Normal Pferdekraft angenommen.

Die beiden andern Punkte bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Ehe wir aber diese Schätzung verlassen, möchte es nöthig sein eine kurze Bemerkung über die ausgelassenen Punkte, und darüber zu geben, warum diese vernächlässigt worden sind.

Die Abnutzung des Entlangventils bei der Arbeit und der Grad der Aufmerksamkeit, den es fortwährend verlangen wird, sind Punkte, von den wir jetzt noch keine Kenntniß haben.

In Kingstown sind ungefähr 2 Leute p. Meile zum Auftragen von Wachs und Harz bestimmt, welches das Dichthalten des Entlangventils bezweckt.

Diese Punkte sind problematisch, schließen wir sie daher von der Kostenberechnung aus, so kann weder Zweifel noch Streit über das Resultat entstehen.

Auf der anderen Seite habe ich die Unterhaltung des Weges bei dem Vergleich ganz ausgelassen, was, ohne Zweifel, gegen das Locomotiv System zeugen würde, dieß ist aber von den Vertheidigern des Atmosphärischen Systems außerordentlich überschätzt worden.

Sie haben, als Beispiel, den Contractpreis, die London Birmingham Eisenbahn zu unterhalten, aufgeführt, nämlich 2395 Thlr. p. Meile und ohne weiter einen Grund aufzuführen, angenommen, daß er bei dem Atmosphärischen System auf 1196 reducirt werden würde.

Um das Unbegründete einer solchen Behauptung zu beweisen,

Digitized by Google

wird es nur nöthig sein hier anzuführen, daß an vielen öffentlichen Eisenbahnen die ganze Unterhaltung der Bahn, an verantwortliche Partheien, in Contract gegeben ist und zwar zum Preis von noch unter 1025 Thaler p. Meile.

Solcher Unterschied ist übrigens leicht durch die verschiedenen Bodenarten, durch welche eine Bahn geführt ist, wie auch durch den ganzen Character und Umfang der Werke erklärt, ohne auf irgend eine Art die davon ganz gesonderte Frage von der Erhaltung der Schienen, Blöcke und Schwellen zu beeinflussen, als ein Beweis hierfür mag das angeführt werden, daß weniger als die Hälfte des angegebenen Betrags der Ausgaben, die unter dem Haupt Capitel „Unterhaltung" begriffen sind, zur Erhaltung der richtigen Lage der Schienen verwendet wird, daher habe ich den vermeintlichen Ersparnissen unter diesem Rubrum keinen Glauben geschenkt und selbst wenn sie existiren, so werden sie doch mehr als gedeckt, durch Punkte, die ich aus den Betriebskosten des Atmosphärischen Apparats ausgelassen habe.

Nachdem ich nun meine Notizen über die Fragen der Kraft, der Anlegungs- und Betriebskosten geschlossen habe, wovon die beiden letzteren vorzüglich mit Bezug auf die Verhältnisse der London-Birmingham Eisenbahn behandelt sind, will ich noch eine kurze Bemerkung über die Anwendung des Atmosphärischen Systems auf Bahnen hinzufügen, wo der Betrieb von sehr mäßigem Betrage ist.

Die London und Birmingham Eisenbahn hat einen Verkehr, der mit dem keiner andern Bahn zu vergleichen ist, und so bietet sie, bei allgemeiner Uebersicht, noch anscheinend die günstigsten Umstände zur Anwendung des Atmosphärischen Systems.

Wir wollen es jetzt bei einem entgegengesetzten Fall angewendet prüfen; zum Exempel an der Norwich und Yarmouth Bahn, die etwa 68000 Thlr. p. Meile incl. alles Zubehörs gekostet hat.

Diese Bahn geht durch einen Landstrich, wo die Anwendung des Atmosphärischen Systems auch nicht die mindeste Ersparniß in den Baukosten der Bahn bezweckt haben würde, die nicht die Kosten von 54500 Thaler p. Meile überschritten haben. Die Anwendung einer einzigen Linie des Atmosphärischen Apparats würde, in diesem Fall, wenigstens 34300 Thlr. p. Meile hinzugefügt haben, was auf 20 Meilen (die Länge der Bahn) 686,000 Thaler betragen haben würde.

Nur die Interessen dieser Summe, zu 5 Prozent gerechnet, betragen 34,300 Thaler p. Jahr, während der jetzige Betrieb dieser Bahn, incl. der Unterhaltung des Weges, Expeditionen, Trägerlohn und andere beständige Auslagen des Verkehrs, für 46,600 Thaler p. annum verdungen ist, was nur 13,300 Thaler mehr giebt, als die baaren Interessen des Extra Capitals, das nöthig wäre einen Athmosphärischen Apparat einzurichten. Ein Betrag, der kaum zu-

Digitized by Google

länglich sein würde, nur die Abnutzung der Maschinen zu bestreiten, während er für die gewöhnlichen, fortlaufenden Kosten des Betriebs gar nichts übrig ließe.

Hier also haben wir einen Fall, wo das Land günstig, das ursprüngliche Capital klein und der Verkehr mäßig ist, und wo die Kosten des Atmosphärischen Systems so beschwerlich sein würden, daß es ganz unanwendbar wird. —

In der vorhergehenden Untersuchung habe ich, wie man bemerkt haben wird, alle Aeußerungen sorgfältig vermieden, die nicht mit den in den tabellarischen Feststellungen der Experimente angeführten Thatsachen in Verbindung stehen oder augenscheinlich aus ihnen hervorgehen.

Das Atmosphärische System ist nur allein in Bezugnahme auf seine Anwendung als bewegende Kraft und die Kosten, die die Ausführung desselben verursachen würde, betrachtet werden.

In der Behandlung eines so mächtigen nnd wichtigen Gegenstandes sind dieß wohl die Hauptpunkte; es existiren aber noch andere, von kaum geringerer Bedeutung, wenn man die Fähigkeit des Systems, seinen täglichen, practischen Zweck zu erfüllen, in Betrachtung zieht.

Dieß führt uns natürlich zu den folgenden Fragen:

„Ist das atmosphärische System im Stande, eine größere Schnelle hervorzubringen, als wir bisher durch die Locomotive erlangt haben, und ist seine Sicherheit und Zuverlässigkeit dem jetzt existirenden System gleich kommend?"

„Ist es im Stande, solchen Zufälligkeiten zu begegnen, wie sie von Eisenbahnen unzertrennlich sind, ohne Unannehmlichkeiten zu erzeugen, die anderen ihm eigenthümlichen Vortheilen, die Wage halten möchten?"

„Ist das System mehr oder weniger, als die Locomotiv-Maschine, Unordnungen unterworfen, und können diese mit gleicher Leichtigkeit, wie dort wahrgenommen und in Abhülfe gebracht werden?"

Dieß sind alles Fragen, über welche sehr verschiedene Meinungen stattfinden möchten, da man sie keiner genauen Berechnung unterwerfen kann; Einige von diesen können überdieß nur von denjenigen vollkommen verstanden werden, die mit den practischen Zuständen des Eisenbahn Verkehrs genau bekannt sind.

Die größte Schnelle, die in Kingstown bei der Reihe von Versuchen, auf welche dieser Bericht gegründet ist, erlangt wurde, übertraf die nicht, die auf längern Strecken immer auch von Locomotiven unterhalten wird.

Ich bin übrigens überzeugt, daß mit einem Apparate von anderen Verhältnissen, das Atmosphärische System eine bei weitem größere Schnelle entwickeln könnte, als sich in diesen Versuchen er-

Digitized by Google

geben hat; ich finde es aber höchst unnöthig, diesen Verhältnissen weiter nachzuforschen, weil ihre practische Anwendung einen außerordentlichen Kraftaufwand mit sich führt, der den, in Kingstown verwandten, noch bei weitem übertrifft, welche schon, wie ich deutlich dargethan zu haben glaube, in seinen Kosten die, der jetzt bestehenden Locomotionsart weit überschreitet; kurz der Verlust würde so groß sein, daß er in commercieller Rücksicht das System außer allen Betracht kommen läßt.

Was die Sicherheit des Atmosphärischen Systems betrift, so ist da wenig Raum für Meinungsverschiedenheit und sie kann als fast vollkommen betrachtet werden, da sobald eine doppelte Zugröhre eingeführt wird, kein Zusammenstoßen stattfinden kann, wo hingegen bei Locomotiven, die unabhängige Züge betreiben, ein Zusammenstoßen allerdings möglich ist.

Früher, als man erst anfing, Erfahrungen über den Betrieb von Eisenbahnen zu machen, fielen allerdings, unglücklicher Weise, dann und wann solche Zufälle vor, man muß aber bedenken, daß, je mehr unsere Vertraulichkeit mit den Bahnen selbst, wie mit den dazu verwendeten Maschinen wuchs, auch diese Unglücksfälle immer seltener wurden, ja jetzt sogar fast nicht mehr existiren, und es bleibt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Erfahrung die Betriebssysteme der Eisenbahnen so vervollkommnen werde, daß auch mit unseren Locomotiven kein Zusammenstoßen mehr möglich ist.

Wir kommen nun zur Frage der verhältnißmäßigen Zuverlässigkeit und diese wird, wie man findet, Betrachtungen über die practische Anwendung des Atmosphärischen Systems erwecken, die allein aufs Ernstlichste gegen dasselbe streiten würden, selbst wenn die Anlage und Betriebskosten zu seinem Gunsten sprächen.

Ich habe schon meine Gründe angegeben, warum ich eine doppelte Reihe von Maschinen zum Betrieb einer Bahn, wie die Londoner und Birminghamer nothwendig glaube, aber in jenem Theil des Rayorts habe ich mich keineswegs darauf bezogen, welchen Antheil eine doppelte Maschinenreihe, bei Beantwortung der Fragen über die Zuverlässigkeit, haben würde, weil ich mich damals nur auf die Erwägung der ursprünglichen Kosten, wie auf die Andeutung beschränkte, wie dem Begegnen von entgegengesetzter Richtung kommender Züge abzuhelfen sei.

Indem wir das System nun in seiner Hinsicht auf Zuverlässigkeit betrachten, müssen wir die Thatsachen vor Augen haben, daß alle drei oder vier Meilen die Züge von einer Maschine an die andere übertragen werden müssen, daß jeder Zug also, zwischen London und Birmingham, durch acht und dreißig, ganz getrennte, Mechanische Apparate gehen müsse, und daß das vollkommene Wirken Aller, von jedem einzelnen abhängen würde; daß irgend ein Unfall, an einer der

Digitized by Google

Maschinen, seinen nachtheiligen Einfluß augenblicklich auf die ganze Bahn ausdehnen würde.

Unter diesen Umständen ist wohl aller Grund vorhanden zu vermuthen, daß bei einer solchen bedeutenden Reihe von Maschinen, wie dieser Fall verlangt, hindernde Zufälle gerade nicht allzu selten vorkommen möchten.

Wären nun die Folgen nur auf einen Zug beschränkt, so würden solche Zufälle wenig zu bedeuten haben, hierbei dehnen sie sich aber nicht allein auf die ganze Eisenbahnlinie, sondern auch auf jeden nachfolgenden Zug, der den Platz zu passiren hat, wo irgend ein Unfall vorgekommen ist, aus, bis dieser wieder verbessert, oder beseitigt ist, mag es nun eine Stunde, oder eine Woche dauern. Man muß daher doch wohl zugeben, daß die Furcht vor Unordnungen bedeutend sein darf.

Die Anwendung der Nachbar Maschine, anstatt der beschädigten, hilft übrigens dem Fehler nicht vollkommen ab; sie erleichtert das Uebel, ist aber zum Radikalmittel nicht ausreichend, da jeder, der aufeinander folgenden Züge, eine ähnliche Verringerung der Schnelligkeit erfahren würde, und diese Verzögerung erstreckt sich durch alle Züge, wohin sie auch immer bestimmt sein mögen, sogar auf allen die Zweig und Nebenbahnen, die mit der, auf welcher der Unfall geschehen, in Verbindung stehen.

Solch' eine Abhängigkeit einer Eisenbahnlinie von der vollständig gleichmäßigen und wirksamen Thätigkeit der Reihen von Maschinen auf jeder andern Bahn, mit der sie in Verbindung steht, scheint mir eine furchtbare Schwierigkeit in der Anwendung dieses Systems, bei großen, öffentlichen Eisenbahnen, so furchtbar in der That, daß ich zweifle, ob dieses System, wäre es wirklich in jeder andern Beziehung vorzüglicher, als das der Locomotiven, jemals auf einer Strecke, wie die zwischen London und Liverpool, oder London und York, ausgeführt und benutzt werden könnte.

Diese unübersteigliche Schwierigkeit, die unzertrennlich von allen den Systemen ist, welche stationaire Maschinen benutzen, hat man schon völlig erwogen, ehe die Liverpool und Mancheſter-Bahn eröffnet und die Anwendung von stationairen Maschinen und Seilen für diese Linie vorgeschlagen wurde.

Zu jener Zeit wurde der Umstand daß die ganze Strecke von jedem einzelnen Theil so abhängig sein sollte, besonders in Betracht gezogen und entschieden, daß es außerordentlich hinderlich sei.

Während dieser Untersuchung habe ich aufs Neue über die Möglichkeit nachgedacht, ein solches System zu betreiben, immer aber ohne die Hindernisse beseitigen zu können, die der Erreichung jener Zuverlässigkeit, welche bei einer Eisenbahn-Verbindung unumgänglich nothwendig geworden ist, im Wege stehen.

Digitized by Google

Die Zufälligkeiten und ihre Folgen, die eben erwähnt und betrachtet worden sind, beziehen sich nur allein auf die Maschinerie, durch welche die bewegende Kraft mitgetheilt wird; Eisenbahnen sind aber auch noch anderen, als diesen Zufälligkeiten, ausgesetzt, die wir ebenfalls nicht übergehen dürfen.

Das Atmosphärische System verlangt eine feste, nicht nachgebende Grundlage, damit das Zugrohr stets genau in seiner gehörigen Lage bleiben kann, um den freien Lauf des Zugkolbens in nichts zu hindern.

Dies kann in Fällen, wie in Kingstown, leicht unterhalten werden, wo die ganze Strecke ausgehauen ist und auf Felsen ruht, an neuangelegten Dämmen aber, sinken diese nicht nur oft langsam, sondern zuweilen auch sehr schnell und zerstören den Zusammenhang der Schienen total, wobei sie vielleicht nur eine Reihe von Schienen für die, von beiden Richtungen kommenden Züge, mehrere Tage lang in brauchbarem Zustande lassen.

Keine unserer großen Bahnen ist diesen Augenblick frei von solchen Zufälligkeiten, wenn sie auch schon Jahre lang eröffnet sein sollte.

Vor noch nicht zwölf Monaten mußte die London und Birmingham-Bahn zu eben diesem, gerade beschriebenen, Hülfsmittel ihre Zuflucht nehmen, und zwar an zwei oder drei verschiedenen Stellen zu gleicher Zeit, obgleich diese Bahn schon seit nahe sechs Jahren eröffnet ist. —

Da aber hier die einzelne Aufzählung von all solchen Zufälligkeiten nur diesen Bericht in die Länge ziehe und Gegenstände zur Sprache bringen würde, über welche auf jeden Fall eine große Meinungsverschiedenheit herrscht, so ziehe ich vor, alle geringeren Einzelheiten wegzulassen, und mich nur darauf zu beschränken, solche Mängel anzuführen, die dem System unbezweifelt eigenthümlich sind.

Ich habe aus diesem Grunde daher die Einwendungen nicht erwähnt, die sich bei einem complicirten Betriebe von Zwischenstationen herausstellen würden, wo es fortwährend Bedürfniß ist, die Stellung der Wagen in einem Zug zu wechseln, was eine Rückwärtsbewegung des Zuges und das Schieben von Wagen auf Seitengeleisen nöthig macht.

Auch habe ich die Nothwendigkeit nicht erwähnt, gewaltige Bremsen und Aufseher dabei, an jedem Wagen zu haben, um die Züge, während der vollen Wirkung der Maschine, aufzuhalten.

Diese und zahlreiche andere Einwendungen geringerer Klasse habe ich für gut gehalten, ganz auszulassen, um die Aufmerksamkeit blos auf die Hauptzüge der Erfindung zu lenken und Nichts als eine Schwierigkeit zu betrachten, was nicht dem Atmosphärischen System selbst augenscheinlich und alleinig eigenthümlich und, als in dessen Principien begründet, total unverbesserlich ist.

Digitized by Google

Ich will nun daher meinen Rapport schließen, und nur noch ganz einfach die Schlußfolgen wiederholen, zu denen mich diese Untersuchung geführt hat.

1) Daß das Atmosphärische System keine ökonomische Art ist, Kraft fortzupflanzen und nutzbar zu machen und daß es, in dieser Hinsicht, sowohl den Locomotiven, als den stationairen Maschinen mit Tauen nachstehe.
2) Daß es, in Praxi, nicht fähig ist, eine größere Schnelligkeit zu erlangen und zu erhalten, als die, womit gegenwärtig die Locomotiven ihre Bahnstrecken betreiben.
3) Daß es, in den meisten Fällen, keineswegs eine Ersparniß bei Anlegung von Eisenbahnen erlauben, ja in machen ihre Kosten sogar bedeutend vermehren würde.
4) Daß bei einigen kurzen Strecken, wo der Verkehr, bei Zügen mäßigen Gewichts, groß ist, aber große Schnelligkeit und häufige Abfahrten verlangt, und wo die Oberfläche des Bodens der Anwendung für Locomotiven zuträglicher Profilverhältnisse nicht gestattet, das Atmosphärische System das vorzüglichere sein würde.
5) Daß auf kurzen Eisenbahnlinien, ungefähr 4 oder 5 Meilen lang, in der Nachbarschaft größerer Städte, wo öftere und schnellere Verbindung zwischen den beiden Endpunkten allein nöthig ist, das Atmosphärische System vortheilhaft angewandt werden kann.
6) Daß bei kurzen Verbindungen, als solchen, wie die Blackwall-Eisenbahn, wo der Verkehr hauptsächlich von Zwischenstationen ausgeht, welches zwischen den beiden äußersten Punkten häufiges Anhalten nöthig macht, das Atmosphärische System unanwendbar wird. Das Seil behält hier seine Vorzüge, leichter ist ein Wagen von einem Seil zu lösen, als von einem Atmosphärischen Apparate, da sich bei ersteren durch losgemachte und an Ort und Stelle gehemmte Wagen der Zwischenstationsbetrieb am beßten besorgen läßt.
7) Daß bei langen Eisenbahnen den Erfordernissen eines großen Verkehrs nicht durch ein, sich so wenig an die Verhältnisse schmiegendes System, als das Atmosphärische, genug gethan werden könne, wo die wirksamen Operationen des Ganzen so durchaus von der vollkommenen Pflichterfüllung eines jeden einzelnen Theils des ganzen Organismus abhängen.

Ich verbleibe meine Herren

Ihr

ganz ergebenster Diener

Rob. Stephenson.

Digitized by Google

Anmerkung des Ueberſetzers.

Bis hierher geht Rob. Stephenſon's Bericht über die Atmoſphäriſche Eiſenbahn und das Werk iſt eigentlich geſchloſſen. Er hat aber ſelbſt, im engl. Original, dem Ganzen, gleichſam als eine Nutzanwendung, die Beantwortung einer Zeitfrage in London beigefügt, die darauf hingeht, ob es möglich ſei, die London-Blackwall-Eiſenbahn und ihre vielen kurzen Stationen mit dem Atmoſphäriſchen Syſtem, ſtatt des jetzt gebräuchlichen Taues vortheilhaft zu betreiben?

Dieſe Beantwortung enthält ſo viele intereſſante Thatſachen, daß ich, mit Hinzufügung derſelben, Manchem einen Dienſt zu leiſten glaubte. —

Digitized by Google

Anhang.

Ein Bericht über die Anwendung des Atmosphäriſchen Princips als bewegende Kraft auf Eiſenbahnen, müßte auf jeden Fall als unvollſtändig betrachtet werden, enthielte die Prüfung nicht auch die eigentlichen Umſtände, die den Betrieb der Blackwall-Eiſenbahn in ſich ſchließt, beſonders da ſich die öffentliche Aufmerkſamkeit faſt ſpeciell auf dieſen Punkt gerichtet hat.

Bevor wir uns jedoch auf eine ſolche Unterſuchung einlaſſen, müſſen wir die Eigenthümlichkeiten, welche die Führung des Betriebs auf der London-Blackwall-Bahn auszeichnen, genau durchgehen.

Dieſe Eiſenbahn iſt etwa 3¾ Meilen lang und wird durch ſtationaire Maſchinen von 250 und 400 Pferdekraft von den Endorten London und Blackwall aus in Betrieb geſetzt. Die Wagen ſind durch eigenthümlich conſtruirte, zangenartige Klammern an ein Drathſeil befeſtigt, daß ſich auf großen Trommeln, die an den Enden der Linie befindlich ſind, auf- und abwindet. Die größere Kraft iſt auf der London Station deshalb nöthig, weil dorthin die Bahn im Ganzen zwiſchen 60 und 70 Fuß ſteigt — die ſteilſte Senkung iſt 1 in 100. Es ſind nicht weniger als ſieben Zwiſchenſtationen auf dieſer Bahn; fünf von dieſen, als Poplar, Weſt-India-Docks, Limehouſe, Stepney und Shadwell, ſtehen mit dem Bahnendpunkte auf der Fenchurch-Straße in London in Verbindung, während viere von ihnen, als Minories, Cannonſtreet, Shadwell und Stepney mit dem Blackwall terminus communiciren.

Die Bedürfniſſe dieſer Zwiſchenſtationen werden dadurch beſorgt, daß ein beſonderer Wagen von den Endpunkten aus für jede Zwiſchenſtation, mit der jene in Verbindung ſtehe, beſtimmt iſt und der, während ſich die Züge nach irgend einer Richtung hinbewegen, an ſeinen Beſtimmungsort losgelaſſen und durch Bremſen an der Stelle, wohin er beſtimmt war, angehalten wird.

Sobald übrigens die Züge, die von einem Endpunkte zum andern gehen, ihr Ziel erreicht haben und die Bewegung des Taues aufhört, werden die Wagen dieſer Zwiſchenſtationen, durch jenen Klammern, am Seil befeſtigt. Während dieſem ſind alle Wagen dieſer Linie in Ruhe. Wenn ſich das Seil nun in Bewegung ſetzt, ſo werden ſämmtliche Wagen dieſes Geleiſes, zugleich auf Stationen und

Digitized by Google

am anderen Endpunkte zu gehen anfangen und da alle, obgleich an verſchiedene Punkten an demſelben Seil befeſtigt ſind, ſo werden ſie auf der Endſtation in der Ordnung der Stationen und in Intervallen ankommen, die mit der Entfernung jener Stellen correſpondiren.

Wenn ſie ankommen, werden ſie, während der Bewegung, durch plötzliches Oeffnen jener zangenartigen Klammer, vom Tau losgemacht und dann rollen ſie durch ihr erhaltenes Moment auf den ihnen beſtimmten Platz in der Station.

Man kann hieraus ſehen, daß dem Verkehre der Zwiſchenſtationen auf dieſe Art genug gethan wird, ohne der Durchfahrt irgend einen Aufenthalt zu verurſachen.

Die Wichtigkeit dieſes Zwiſchen-Verkehrs iſt übrigens aus dem Factum erſichtlich, daß im letzten Jahr, bis zum 31. December, von beinahe 2,500,000 Perſonen, die während der Zeit auf dieſer Bahn befördert wurden, faſt 1,600,000, oder zwei Drittel der ganzen Anzahl, auf den kurzen Stationen aufgenommen ſind; irgend ein Syſtem alſo, das nicht für dieſen Verkehr vollkommen ſorgt, könnte natürlich unter keiner Bedingung auf dieſer Bahn eingeführt werden.

Um dieſem abzuhelfen, wurde der Vorſchlag gemacht, daß, im Fall das Atmoſphäriſche Syſtem angewandt werden ſolle, häufiger auf einander folgende Züge, als gegenwärtig laufen, von jedem Ende abgehen und abwechſelnd an den Zwiſchenſtationen halten ſollten, ſo daß dieſer wichtigen Quelle des Ertrags genug gethan würde.

Dieſe Aushilfe wurde vorgeſchlagen, weil ſonſt die Durchzüge bei jede dieſer Stationen anhalten müßten, indem die Einrichtung mit einzelnen Wagen, bei dieſer Bewegungsart nicht bequem in Anwendung gebracht werden konnte.

Dieſe Anordnung, wenn ſonſt Nichts dagegen einzuwenden iſt, würde, wie einleuchtet, eine theilweiſe Verbindung zwiſchen einigen der Zwiſchenſtationen geſtatten.

Dies wäre, ſoweit es ausreichte, ein Vortheil vor dem Tau-Syſtem, das die Zwiſchenſtationen nur mit den Endſtationen verbindet. Es iſt übrigens allgemeine Meinung, daß dieſer Zwiſchenverkehr nicht ſehr bedeutend ſein würde, während es zur Cultivirung des Verkehrs zwiſchen allen Stationen höchſt wichtig iſt, daß die Pauſen zwiſchen den Zügen auf jeder Station keine Viertelſtunde überſchreiten.

Die Durchſchnittszahl der Wagen für die Endzüge iſt für das ganze Jahr viere; während im Sommer, um das fortwährende Anhängen und Abnehmen zu vermeiden, ſieben oder acht, von den Zwiſchenſtationen unabhängige Wagen im Gange ſind.

Dieſe große Anzahl von Wagen iſt wegen der veränderlichen Natur des Verkehrs nöthig, der die Sommer-Saiſon hindurch ſich ſich faſt ganz von den Dampfbooten herleitet, deren Paſſagiere, oft 4—500 an der Zahl, manchmal Alle in einem Zug befördert werden müſſen.

Digitized by Google

In den folgenden Berechnungen habe ich übrigens nur vier Wagen zu dem Verkehr zwischen den Endpunkten bestimmt, und zwei mehr für den Zwischenverkehr berechnet, der, obgleich bedeutender als der erstere, dennoch mehr gleichmäßig vertheilt ist.

Außer den obigen werden die Züge, die an der Poplar-Station anhalten, noch durch einen Güterwagen, zu Zeiten sogar durch zwei vermehrt. Auf diese Art bestehen die Züge wechselsweise aus sechs oder sieben Wagen, welche eine Brutto Last von 100,000 und 112,000 Pfund befassen.

Ich nehme also die wirkliche Anhaltezeit in jeder Station, unabhängig von der Zeit, die durch Langsamergehen beim Anhalten und Abfahren der Züge verloren wird, zu einer halben Minute an — in Poplar ausgenommen, wo ich eine ganze Minute zugebe, da die Güterkarren aus einer Ausweiche an den Zug geschoben und angehangen werden müssen. — Also, annehmend, daß die Züge in drei und vier Stationen halten, so würde die ganze Anhaltezeit, inschließlich der Poplar-Station, zwei Minuten betragen, und angenommen, es könnte eine durchschnittliche Schnelle von dreißig Meilen p. Stunde, die Zeit des Aufhaltens und wieder in Gang Bringens, bei jedem Anhaltepunkte eingerechnet, erhalten werden, so würde die wirkliche Zeit der Reise 7½ Minute, die der ganzen Fahrt 9½ Minute betragen.

Um dies aber auch bloß mit durchschnittlichen Zügen auszuführen, würde eine zwei Fuß im Durchmesser haltende Röhre nöthig sein, bei einer Verdünnung von zwanzig Zoll Queckſilberſäule und dies noch unter der weiteren Voraussetzung, daß ein Conducteur jedem Wagen beigegeben sei, und daß eine Bremse auf jedes Rad im Zuge wirken könne, welches eine Anhaltekraft von etwa ein Achtel der ganzen Brutto Ladung geben würde, und ferner, daß die Bremsen mit mathematischer Genauigkeit zu rechter Zeit mit rechter Kraft angewandt werden.

Aber selbst mit Maschinen, die bei Weitem die Kraft der gegenwärtigen überträfen, würde die nöthige Zeit, diese Zugröhre auszupumpen, wenigstens sechs Minuten betragen.

Auf diese Art wäre die Pause zwischen den Zügen von den Endpunkten auf 15½ Minute, oder eine Viertelstunde vermehrt; das ist dieselbe jetzt gestattete Pause (zwischen den Zügen von den Endpunkten); dann würde aber der Zwischenverkehr halbstündiger Zwischenzeiten unterworfen sein, was, wie ich glaube, den Ertrag auf die Hälfte des jetzigen Betrags reduciren müßte.

Es ist übrigens behauptet, daß eine durchschnittliche Schnelle von 40 Meilen p. Stunde erreicht werden könnte; das aber nur mit vier Zwischen-Anhaltepunkten zu bewerkstelligen, würde eine Zugkraft nöthig machen, welche unabhängig von den großen Widerständen, die so hohe Geschwindigkeit mit sich führen, da eine Maximum-Geschwin-

Digitized by Google

digkeit von 80 Meilen nöthig ist, 0,1 der ganzen Ladung des Zuges betrüge.

Dies würde, mit einem durchschnittlichen Zug, Röhren von einem Umfang und Maschinen von einer Kraft verlangen, die ganz unzulässig sein würden.

Da wir nun einsehen, daß auf einer Bahn von der Ausdehnung wie die der London und Blackwall, mit Zwischen-Stationen; sehr bedeutende Schnelligkeit und häufigere Zügen, als mit viertelstündigen Pausen nicht zu erlangen sind, so können wir uns denken, was der Erfolg sein würde, wenn wir die jetzt existirenden Maschinen mit einer Röhre annehmen wollten, die (bei einer Luftverdünnung von 16 Zoll Queckſilbersäule,) hinlänglich wäre, eine größtmögliche Ladung die steilsten Steigungen hinaufzuziehen.

Diese Röhre würde zu einer Brutto Last von 225,000 Pfund oder 100¾ Tonnen 24 Zoll im Durchmesser sein müssen.

Nehmen wir nun, wie früher, den wirklichen Aufenthalt bei jeder Station zu ½ Minute an, ausgenommen in Poplar, auf das ich für den Zug aufwärts eine Minute, für den Zug abwärts aber auch nur ½ Minute rechne; nehmen wir also auf jeden Wagen einen Conducteur, wie auch überall auf jedem Wagen des ganzen Zugs Bremsen an, wobei wir für das Anhalten eine Adhesion bekommen, die einem Achtel des Brutto Gewichts der Züge gleich kommt, so finden wir den obigen Datas nach und mit der Vorausſetzung, daß die Maschinen an den Enden fortwährend mit aller Kraft arbeiten, daß ein Durchschnittszug 16½ Minuten hinauf und 16 Minuten hinunter gebrauchen wird, während eine größt-möglicher Zug 22 Minuten hinauf und 20 Minuten hinunter nöthig hat.

Da aber 5 Minuten wenigstens für das Auspumpen der Zugröhre auf 8 Zoll für die Abfahrt hinzugefügt werden müssen, so ist es klar, daß Züge unter halbstündigen Pausen an dieser Bahn nicht erhalten werden könnten, besonders wenn wir in Erwägung ziehen, daß die obigen Angaben keine möglichen Zufälligkeiten in sich schließen, die doch bei einer so betriebenen Bahn auf jeden Fall vorkommen müssen; z. B. bei der sogenannten „Londoner Atmosphäre," die voll schlüpfrigen Nebelregens ist, wo die adhesion oft nicht mehr als ein $\frac{1}{15}$ des drückenden Gewichts beträgt, dies allein, wenn es vorfällt, würde der Fahrt 2—3 Minuten hinzufügen und in solchem Falle, wo ein Zug eine Station überschießen sollte, ist es ganz unmöglich, ihn wieder zurückzubringen; die Conducteure müssen schon früher die Bremsen zu gebrauchen beginnen, als es durch die Berechnung angezeigt ist, um solch eine Verlegenheit zu vermeiden.

Kann daher nicht ein Ausweg, der mir zur Zeit noch unbekannt ist, gefunden werden, die Nothwendigkeit, an jeder Zwischenstation anzuhalten, aufzuheben, so scheint es, daß die Züge mit den jetzt beste-

Digitized by Google

henden Maschinen nicht häufiger als nach halbstündigen Pausen laufen könnten, was die Züge zu der Hälfte ihrer jetzigen Anzahl reduciren würde, und dies noch dazu, ohne irgend eine Auslage in der Betriebskosten zu ersparen, da keine Verminderung der Conducteure vorgenommen werden könnte, während die Erhaltungskosten für Bahn und Wagen, durch das häufige und starke Bremsen, bedeutend gesteigert werden würden.

Der ersparte Gehalt der Leute, die zur Beobachtung des Taues angestellt sind, würde ebenfalls nicht die besonderen Ausgaben vergüten, die daraus entstehen, daß die Maschinen fortwährend arbeiten, anstatt nur immer 10 Minuten in jeder Viertelstunde, wie es jetzt der Fall ist und zuletzt würden noch die Interessen der nöthigen Baukapitalien, um dieß System einzuführen, die jährlichen Unkosten übersteigen, die die Ausbesserung und Neuanschaffung des Taues macht.

Gedruckt bei L. Kolbe.

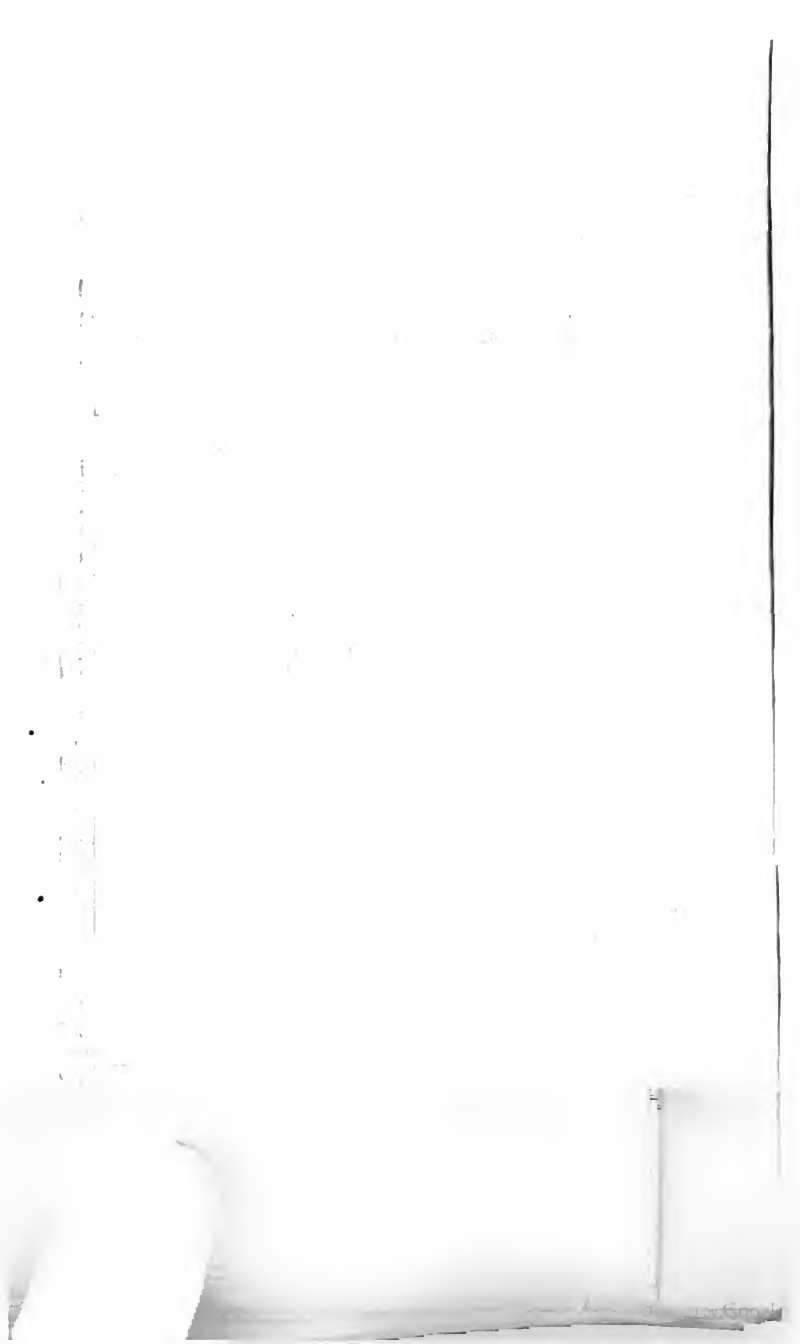
Digitized by Google

King

5.2	17.2	
0.5	17.2	2.
5.7	17.2	
0.7	18	
6	17.2	
0.7	19	
5.5	19	
0.2	19	
5	19	
9.5	20	
4.5	18.	
0.2	15.	
6.5	14.	
3.5	12.	
2.5	10	
2.7		

Bremse
halten
um ve
reicht
W.N.

Digitized by Google



Vergleichung der practischen und theoretisch

Inhalt der Luftpumpe.	Kolbenhub p. Minute.	Querschnittfläche des Zugrohrs.	Länge des Zugrohrs.	Inhalt des Zugrohrs.	Inhalt des Verbindungsrohrs.	Barometerhöhe.	Druck auf den Kolben im Zugr.	Verdünnung der Luft im Zugrohr.	Betrag der erforderl. Verdünnung nach theoretischen Principien.	
									Werks Mehr.	Zugr. Gefäß
Cubikfuß.	No.	Quad. Fuß	Fuß.	Cubikfuß.	Cubikfuß	Zoll.	Pfd. p. Quadr-Z.	Zahl der Male.	Cubik Fuß.	Cubik Fuß
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	6	3	1.25	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	6	3	1.25	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	8	4	1.36	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	8	4	1.36	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	10	5	1.50	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	10	5	1.50	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	12	6	1.67	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	12	6	1.67	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	14	7	1.87	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	14	7	1.87	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	16	8	2.14	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	16	8	2.14	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	18	9	2.50	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	18	9	2.50	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	19	9.5	2.72	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	20	10	3.00	219	126
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	20	10	3.00	219	372
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	21	10.5	3.33	219	126
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	22	11	3.75	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	22	11	3.75	219	372
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	23	11.5	4.29	219	126
134.6	46	1.23	21120	25978	1765	24	12	5.00	219	126
134.6	46	1.23	7143	8786	1765	24.4	12.2	5.36	219	126

	1 in	Durchschnittliche Entfernung. engl. Meil.	Länge der Entfernung, bis durch das Ent bett. tritt. Meil.	Gewicht des Seils.	Oberfläche des Seils. Quad. Fuß	Gesammtmasse des Seils. Pfd.
Constante Größen.	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	
	106	0.91	7	2904	25	

zu Cambr

Digitized by Google

Digitized by Google

Versuche mit der stationären Maschine
zu Camden Town; Geneigte Ebene mit dem **Drathseil** betrieben. Taf. VII.

Constante Größen.					Zug				Verlorene Pferdekräfte durch:									Verlust durch das Seil.
Durchschnittliche Steigung.	Länge der Steigung, die durch das Seil betr. wird.	Gewicht des Seils.	Oberfläche bei d. Kolben.	Geschwindigkeit des Kolben p. Minute.	Gewicht.	Reibung.	Gravitation.	Geschwindigkeit.	Reibung der Maschine.	Reibung des Seils.	Reibung und Gravitation des Zugs.		Den Luftwiderstand.		Den Zug excl. Maschine und Seil.	Total excl. Maschine.	
1 in	engl. Meil.	Gewicht des Seils.	Quad. Zoll.	Fuß p. Min.	Tons.	Pfund.	Pfund.	engl. Meil. p Stund.	Pferde Kräfte.	Pferde Kräfte.	Pfd. p. Ton d. Zugs.	Pferde Kräfte.	Pfd. p. Ton d. Zugs.	Pferde Kräfte.	Pfd. p. Ton d. Zugs.	Pferde Kräfte.	Pferde Kräfte.	Proz. d. Ganzen
106	0.91	7	2904	224	35	350	740	20	13	45	24.1	58	31.1	13	7.0	71	116	39
106	0.91	7	2904	224	40	400	845	20	13	45	21.1	67	31.1	15	7.0	82	127	36
106	0.91	7	2904	224	45	450	951	20	13	45	18.7	75	31.1	17	7.0	92	137	33
106	0.91	7	2904	224	50	500	1057	20	13	45	16.8	83	31.1	19	7.0	102	147	30
106	0.91	7	2904	224	70	700	1479	20	13	45	12.0	116	31.1	24	6.5	140	185	25
106	0.91	7	2904	224	90	900	1902	20	13	45	9.3	149	31.1	29	6.0	178	223	20
106	0.91	7	2904	224	110	1100	2324	20	13	45	7.7	183	31.1	32	5.5	215	260	17

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google